

# LOS IMPACTOS SOCIOECONOMICOS POR SECTORES DE AFECTACION

Los análisis de cada uno de los diferentes sectores que fueron afectados por el Fenómeno El Niño durante 1997-98, han sido realizados manteniendo como visión de conjunto la cadena de efectos que se produjo como consecuencia de las variaciones climáticas generadas por la presencia de dicho fenómeno en el Pacífico ecuatorial. Se ha perseguido con este enfoque visualizar la interrelación entre factores que están circunscritos a diferentes áreas sectoriales, pero que requieren ser evaluadas en conjunto para definir estrategias de gestión coordinadas entre ellos, a los fines de lograr una verdadera efectividad en las políticas de prevención a ser formuladas hacia el futuro.

Partiendo de los encadenamientos de efectos sobre cada sector, se han identificado las vulnerabilidades asociadas a cada eslabón de la cadena, lo que ha permitido direccionar políticas claras para la minimización de dichas vulnerabilidades dentro de un proceso de prevención y de desarrollo sostenible de los distintos sectores.

Los sectores considerados en el caso de Perú, debido a su relevancia, son: agua potable y saneamiento, electricidad, transporte, agricultura, pesca, salud, asentamientos humanos, educación y otros.

## 1. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

El servicio de agua potable en el Perú tuvo afectaciones significativas en las áreas urbanas y pequeños centros rurales de aquellas zonas sujetas a excesos de precipitación. Los daños que se produjeron en los distintos sistemas estuvieron relacionados con las características de los mismos y con la naturaleza de sus fuentes de abastecimiento.

### 1.1 LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN PERU

El Perú abastece sus poblaciones mediante sistemas por gravedad y bombeo. Estos pueden ser por fuentes superficiales (provenientes de ríos o glaciares) o subterráneas.

Los sistemas por gravedad utilizan fuentes de captación que corresponden a aguas superficiales (ríos, manantiales, lagunas, galerías filtrantes), que luego de ser captadas se conducen por gravedad (Línea de Conducción) o bombeo (Línea de Impulsión) hacia su tratamiento, para lograr su potabilización. El agua tratada es llevada, mediante líneas de conducción o impulsión, hacia una estructura de almacenamiento (reservorio) y desde allí se distribuye (Línea de Aducción) hacia las redes de agua potable (Redes de Distribución), que finalmente llegan al usuario final (Conexiones Domiciliarias).

Los sistemas por bombeo utilizan como fuentes de captación las aguas subterráneas a través de pozos tubulares, equipados por bombas de eje vertical o electrobombas (bombas sumergibles), en los cuales se incluye, generalmente, en el árbol de descarga, el proceso de cloración. Al igual que el sistema anterior, las aguas tratadas son posteriormente almacenadas y distribuidas mediante redes urbanas de diferente jerarquía.

## 1.2 LOS EFECTOS ENCADENADOS SOBRE EL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO

Los impactos del Fenómeno El Niño sobre los servicios de agua potable y saneamiento se originaron fundamentalmente de amenazas asociadas a los excesos de precipitación. Por esta razón, la mayor cantidad e intensidad de las afectaciones se produjeron entre los meses de enero a mayo de 1998.

Según se desprende de la Figura V.1.2-1 estos impactos fueron ocasionados por diversas amenazas relacionadas con la variación de la precipitación.

- Los caudales extraordinarios de ciertos ríos, al ocasionar la destrucción de los bordes de las riberas, produjeron daños a las obras de captación de algunos sistemas de abastecimiento de agua. Estos mismos caudales, al erosionar los puentes que sirven de soporte a líneas de conducción, hicieron colapsar tuberías de abastecimiento que cruzaban colgadas a lo largo de los mismos (línea de conducción sobre el puente Simón Rodríguez del eje Paíta-Talara).

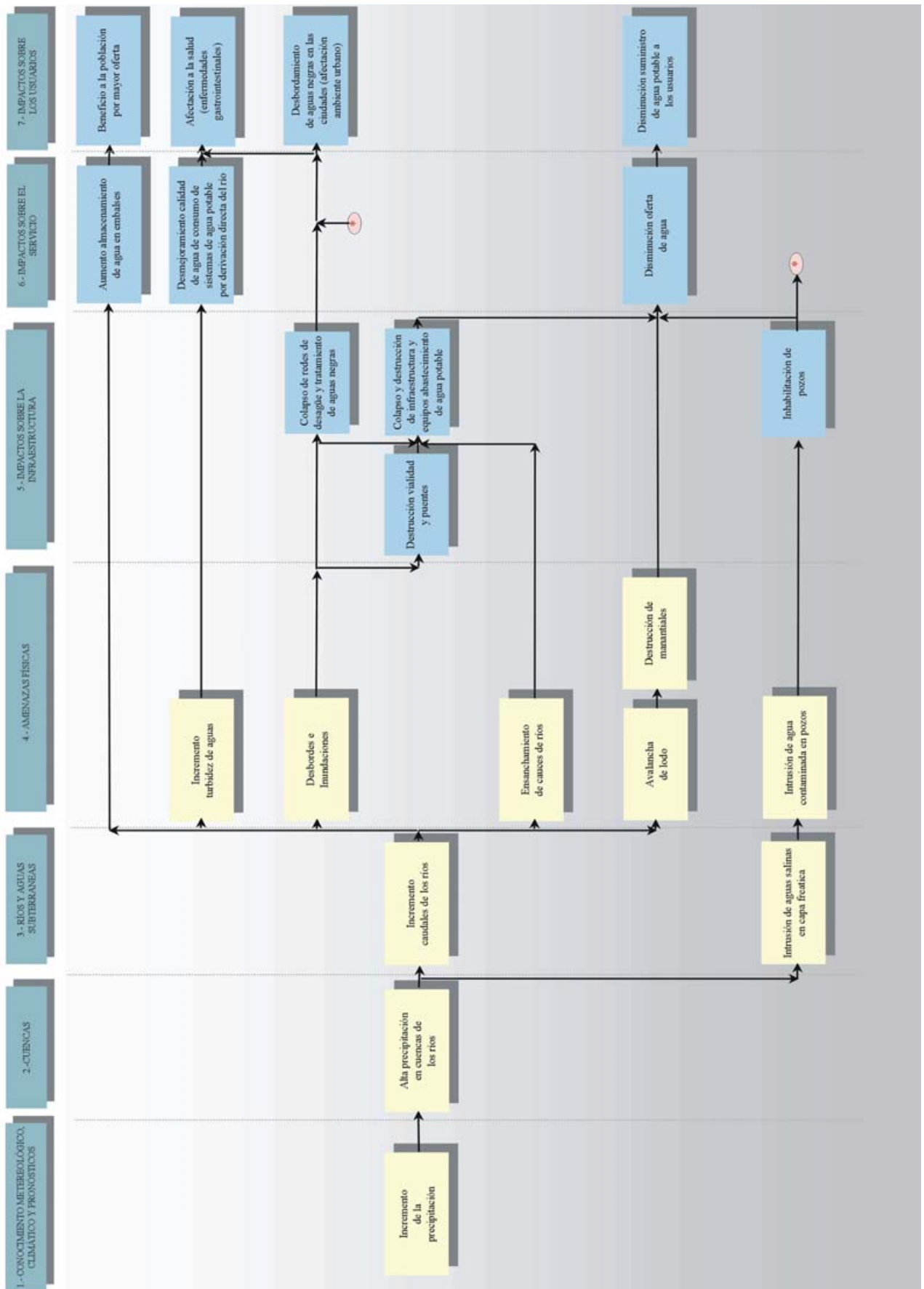
- Los desbordes e inundaciones, al superar las líneas de rebose, dañaron cámaras de bombeo, casetas, redes de agua (líneas de conducción, captaciones, redes de acueductos, conexiones domiciliarias), redes de desagüe, las últimas de las cuales fueron en muchos casos saturadas y ataponadas con lodo, porque sirvieron como medio de drenaje de aguas pluviales. En muchos centros poblados se contaminaron las aguas pluviales con las residuales, constituyendo focos infecciosos (en Piura, Castilla y otros). Las inundaciones se produjeron también en pozos de las zonas rurales que no tenían protección, contaminándolos e inhabilitándolos temporalmente.

- En algunos lugares se produjo el colapso de pozas de disposición final por colmatación, causando un problema de saneamiento crítico, como sucedió en Chulucana.

- Los arrastres de sedimentos y lodos por los ríos que alimentan algunos acueductos, incrementaron la turbidez de las aguas potables, lo que hizo más difícil y caro su procesamiento.

- La caída de avalanchas de lodo, así como el incremento de las escorrentías superficiales en quebradas y cárcavas, causaron el colapso de líneas de abastecimiento de agua con con-

**Figura V.1.2-1 Perú. Encadenamiento de efectos del Fenómeno El Niño sobre el servicio de abastecimiento de agua potable y saneamiento**



secuencias severas, siendo el caso de Talara el más crítico. Los daños producidos en la infraestructura y las dificultades para el procesamiento de agua, tuvieron sus efectos finales en la reducción de la oferta de agua. Paralelamente, la afectación de la infraestructura de desagüe por saturación y atoro, así como el colapso de alguna poza de disposición final, tuvieron efectos en las condiciones de saneamiento ambiental, y por lo tanto, sobre la salud de la población.

Adicionalmente a los efectos negativos antes señalados, también se recogen algunos efectos positivos, relacionados con el incremento del agua almacenada en los embalses, y por lo tanto, redundando en una mayor disponibilidad del recurso agua para la población.

### 1.3 FOCALIZACION DE LAS AFECTACIONES DERIVADAS DE EL NIÑO A NIVEL DEL PAIS

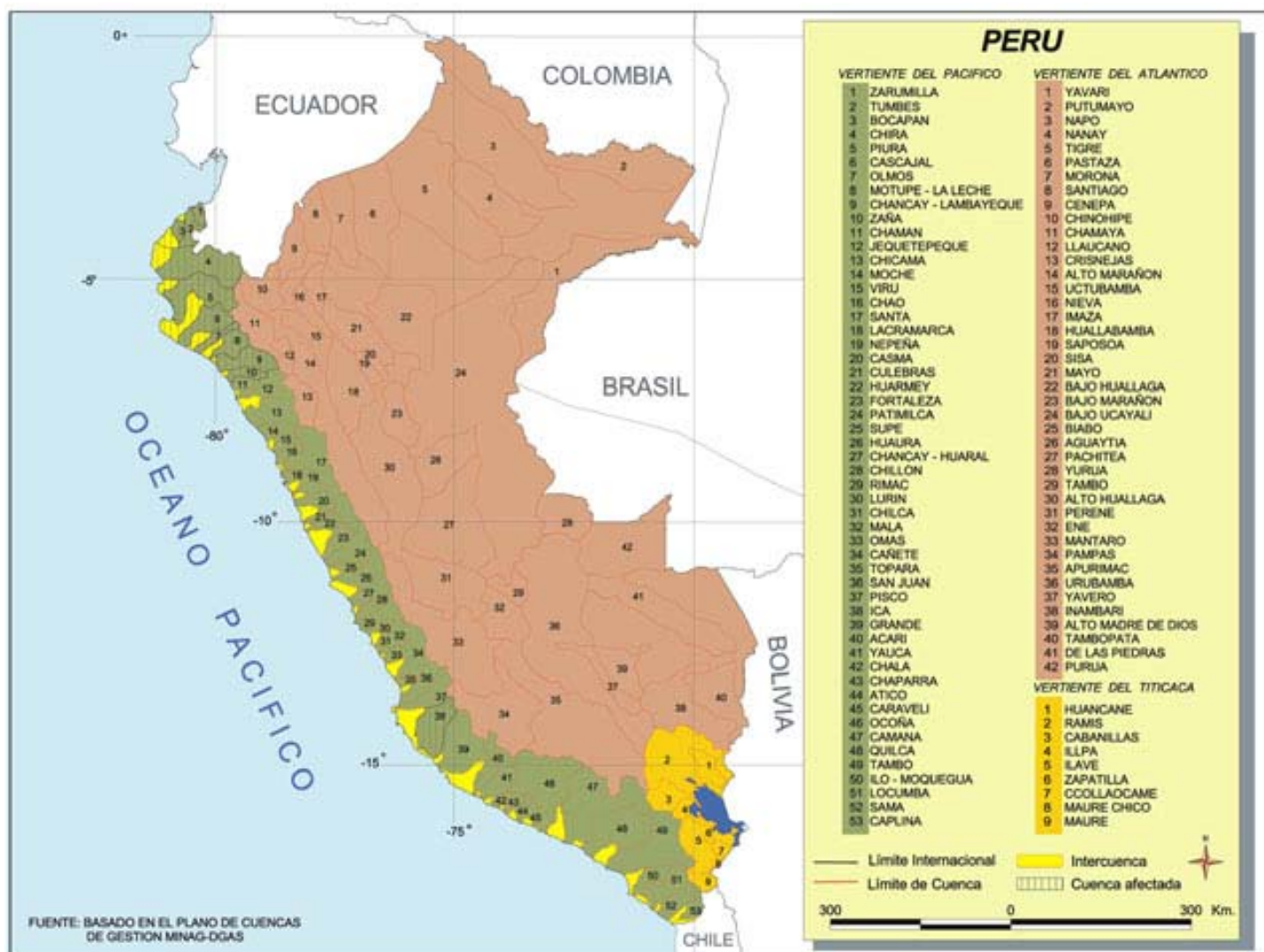
Las zonas donde el servicio de agua y alcantarillado se vio más afectado fueron los departamentos de Tumbes, Piura,

Lambayeque e Ica, debido a la variedad de amenazas que estuvieron presentes durante la ocurrencia de El Niño. También sufrieron daños de cierta magnitud los sistemas de agua de los departamentos de La Libertad, Cajamarca, Ancash, Lima, Cuzco, Puno, Arequipa, Huancavelica, Pasco, Junín y San Martín, caracterizados todos ellos por situaciones de exceso de precipitación. En general, los mayores impactos ocurrieron sobre los sistemas de alcantarillado (Figura V.1.3-1).

Las afectaciones sobre los sistemas de agua potable se produjeron mayormente en las captaciones, estaciones de bombeo, estructuras de almacenamiento, líneas de conducción e impulsión y redes de agua potable, y pueden considerarse puntuales dependiendo de la exposición a la que estaban sometidas algunas infraestructuras y redes.

En el alcantarillado, los mayores daños ocurrieron en las cámaras de bombeo, lagunas de estabilización y redes de colectores.

**Figura V.1.3-1 Perú. Principales áreas de afectación de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado**



En total, 18 empresas de agua potable y alcantarillado sufrieron daños. Las poblaciones sujetas a los mayores impactos fueron las urbanas, por los daños en las redes de agua y desagüe a causa de múltiples efectos encadenados como fueron las inundaciones, colgamientos por caída de puentes, etc. En las zonas rurales, por su baja densidad poblacional, mayor dispersión y escasa infraestructura sanitaria, los efectos individuales fueron menos notorios, aunque en conjunto resultaron significativos.

Los casos más destacados de afectación fueron:

■ El colapso de la línea de conducción que abastece a las ciudades de Talara, El Alto, Negritos, Amotape, Vichayal, Lobitos y otros centros menores, así como a la industria petrolera. Este daño se originó con la caída del Puente Simón Rodríguez sobre el Río Chira, que es atravesada por las tuberías del sistema.

■ Colapso de la línea de conducción ocasionado por el crecimiento del caudal de la Quebrada Sullana.

■ Afectación de redes y de la cámara de bombeo de Chulucanas en Piura, debido a la crecida del río del mismo nombre.

■ Daños a drenes principales, lo que ha originado inundaciones a asentamientos humanos (por ejemplo, el Indio y Primavera en Piura).

El Cuadro V.1.3-1 muestra los principales impactos ocurridos en los departamentos más afectados, indicando, cuando fue posible, las causas generadoras y las amenazas a las que estuvieron asociados. Igualmente presenta las localidades específicas que tuvieron problemas significativos, debido a la magnitud del impacto respecto al tamaño de la localidad.

**Cuadro V.1.3-1 Perú. Focalización de los impactos del Fenómeno El Niño 1997-98 sobre los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento. Zona norte y sur**

Departamentos	Ríos o cuencas	Efectos o amenazas	Localidades afectadas y tipo de impacto sobre el servicio de agua potable y saneamiento
Tumbes	Tumbes	Inundaciones y desbordes	Daños en 7 líneas de impulsión en 6 localidades: La Cruz-Zorritos en Puente Charán y Puente La Tucilla, San Jacinto, La Peña y San Juan-Cerro Blanco.  Afectación calidad del agua en Aguas Verdes, La Curva, Tumbes, Zorritos, Zarumilla, Caleta Grau, Contralmirante Villar.  Afectación colectores, tuberías, etc. en Tumbes, Aguas Verdes, Pompas de Hospital, Zarumilla, San Juan de la Virgen.  Afectación de pozos de abastecimiento de agua en el sector.
Piura	Chira	Inundación	Colapso Puente Simón Rodríguez sobre eje Paita-Talara, con afectación colectores Paita.  Afectación de la calidad del agua en los sistemas de abastecimiento de agua.
	Piura	Inundaciones	Daños en colectores de desagüe y erosión en Piura, Catacaos y Castilla (fue necesario hacer trasvases) y colapso cámara de bombeo.  Inundación asentamientos humanos El Indio y La Primavera, por daños en colectores.
	Quebrada Bella Vista, Cieneguillo, Cola de Alacrán		Colapso línea de conducción.  Daños en redes de alcantarillados.  Desbordamiento del canal vía que evacua las aguas de las quebradas El Alacrán y Cieneguillo (900 familias damnificadas).
	Varios	Sedimentos en suspensión	Afectación calidad del agua en varios poblados (Piura, otros).
Lambayeque	Reque	Inundaciones	Afectación emisor y colectores en ciudad Chiclayo y Distrito Chiclayo.  Varias afectaciones a redes de abastecimiento de la Victoria, Oyatun, Olmos, San José, Nueva Arica.
La Libertad	Jequetepeque	Inundaciones	Daños en colectores de Trujillo y Chepén.
Ica	Ica	Inundación	Colmatación de colectores de alcantarillado (colectores de desagüe) al inundarse la ciudad de Ica.

#### 1.4 LOS DAÑOS ESTIMADOS EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO Y SUS COSTOS

Puede afirmarse que la magnitud de los daños ocasionados por el fenómeno el niño, al menos en los sistemas de abastecimiento de agua de las ciudades que ya habían sido afectadas durante el evento 1982-83, se vio reducida en virtud de las acciones preventivas que se llevaron a cabo durante 1997. los costos de los daños resultaron de la conjunción de varios elementos:

- Las obras preventivas ejecutadas durante 1997 y parte del 98, que incluyeron la protección y el reforzamiento de obras de aducción, conducción y almacenamiento del agua potable en los sistemas correspondientes a las ciudades de los departamentos del norte peruano que ya habían sido afectados por Niños anteriores.
- Las obras preventivas antes señaladas, pero que fueron rebasadas por la magnitud de los flujos de los ríos.
- Las obras que fueron dañadas no sólo en el norte sino aquellas del centro y sur que no habían sufrido impactos en eventos anteriores, tales como aducciones y líneas de con-

ducción de agua potable; plantas potabilizadoras en los sitios donde las aguas requirieron de mayor tratamiento; sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas servidas.

■ Mientras se reparaban los servicios fue menester racionar el suministro en algunas ciudades y proveer agua –en algunos casos– mediante camiones cisterna y plantas potabilizadoras portátiles. Además, fue necesario dar un mayor tratamiento al agua para asegurar su potabilidad ante la mayor turbiedad en las captaciones. Los costos de los servicios se han visto incrementados y los ingresos de las empresas se han desmejorado ante la reducción temporal del suministro.

■ Las reparaciones realizadas durante la emergencia son de carácter transitorio y es menester proceder a la reconstrucción definitiva de los sistemas, introduciendo obviamente criterios de vulnerabilidad ante desastres, lo cual significa costos adicionales.

En lo que respecta a la población afectada, las Empresas Prestadoras de los Servicios (EPS), han estimado que ésta alcanza a unos 3.263.702 habitantes, distribuida espacialmente por zonas de prestación del servicio de acuerdo al Cuadro V.1.4-1.

**Cuadro V.1.4-1 Perú. Población afectada estimada por efecto del Fenómeno El Niño en las diferentes empresas prestadoras de servicios-EPS**

Departamentos	Empresas prestadoras de servicios de agua y alcantarillado	Población (habitantes)
Tumbes	Emfapatumbes	178.794
Ancash	Sedachimbote	289.769
Junin-Pasco	Selva Central	16.051
Cuzco	Sedacuzco	150.000
Piura	Eps Grau S.A.	664.257
Piura	Prov. Sechura	60.000
Lambayeque	Epsel	665.659
Cajamarca	Semdacaj	109.415
La Libertad	Sedalib	269.820
Ancash Eps Chavin S.A.	Eps Chavin S.A.	99.825
Amazonas	Semapa	273.443
Huancavelica	Huancavelica	32.619
Ica	Emapica	s/d
Moquegua	Esamo	75.132
Puno	Sedajuliaca	180.622
Puno	Emsapuno	98.296
Arequipa	Sedapar	100.000
<b>Total Habitantes</b>		<b>3.263.702</b>

Fuente: PRONAP

Se ha estimado que los daños totales para los sistemas de agua y alcantarillado sanitario ascenderían a los 199 millones de nuevos soles (71 millones de dólares). De ellos, 178 millones de nuevos soles corresponden a los daños directos a la infraestructura del sector, en tanto que los 21 millones restantes representan los gastos de prevención, los menores ingresos de

las empresas, y los mayores gastos para la potabilización del agua y para la distribución de la misma durante la emergencia. Estos daños tendrán un efecto adverso en la balanza de pagos del país, por un monto estimado de 24 millones de dólares, debido a la necesidad de importar materiales, insumos y equipos que no se producen localmente (véase el Cuadro V.1.4-2).

**Cuadro V.1.4-2. Perú. Daños en los sistemas de agua y alcantarillado (miles de nuevos soles)**

Tipo de daño o efecto	Daños totales	Daños directos	Daños indirectos	Efecto sobre balanza de pagos
<b>Total nacional</b>	<b>199.285</b>	<b>177.705</b>	<b>21.560</b>	<b>66.047</b>
Reconstrucción de los sistemas de agua y alcantarillado	177.705	177.705	---	62.197
Menores ingresos de las empresas	15.120	---	15.120	---
Mayores gastos para el suministro	6.460	---	6.460	3.760

Fuente: Estimaciones de la CAF sobre la base de cifras oficiales.

### 1.5 VULNERABILIDADES MAS RELEVANTES DE LOS SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

Las empresas prestadoras de servicios de agua y alcantarillado, a los fines de adelantar acciones de prevención frente al fenómeno 1997-98, realizaron una evaluación de los peligros a los que podrían estar sometidas las obras de infraestructura, así como de las vulnerabilidades más relevantes que deberían reducirse en cada uno de los sistemas de las zonas declaradas de probable afectación por el evento.

En los talleres que se llevaron a cabo en el Perú dentro de este estudio para recabar y analizar la información relacionada con el Fenómeno El Niño, se identificaron también vulnerabilidades relevantes en cada uno de los eslabones de la cadena de efectos que tipificó el comportamiento de este sector (ver Figura V.1.2-1 antes citada). A grandes rasgos, se reconoce la necesidad de establecer mecanismos para convertir la práctica del manejo de las vulnerabilidades en acciones cotidianas de los entes prestadores del servicio, ya que cada sistema adolece de debilidades propias que es necesario superar.

Como resultado de las reflexiones antes mencionadas, las principales vulnerabilidades identificadas fueron las siguientes:

#### **Vulnerabilidades relacionadas con el nivel de conocimiento del fenómeno y de la variabilidad climática asociada a la afectación en el sector**

■ La prestación del servicio de agua potable y alcantarillado y la sostenibilidad de la calidad del mismo depende en gran medida de la capacidad del sector de manejar situaciones climáticas excepcionales que generan calamidades frecuentes en el país, como es el caso del Fenómeno El Niño. El punto de partida para garantizar esa estabilidad es el conocimiento de cómo pueden afectarse los sistemas por influencia de excesivas precipitaciones o de grandes sequías, a los fines de tomar las previsiones para enfrentar esas situaciones.

La debilidad que todavía está presente en los pronósticos

meteorológicos, principalmente en lo que respecta a la cantidad e intensidad de la precipitación y su distribución a nivel territorial y temporal, constituye una vulnerabilidad a superar. Los casos imprevistos de precipitación en las regiones central y sur, con afectaciones sobre sistemas de abastecimiento para los cuales no se consideraron acciones de prevención, evidencian este tipo de debilidad para el sector, lo cual estuvo soportado en la asunción de que el impacto esperado sería similar al de 1982-83. Tampoco en el sector se hizo una sistematización de la información de los últimos eventos para vincular más efectivamente relaciones Niño-clima-impacto sobre el servicio.

#### **Vulnerabilidades de las cuencas hidrográficas**

Según se indica en el Capítulo II, existen numerosas vulnerabilidades en las cuencas de las zonas en las que fueron afectados los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento por el evento 1997-98, referidas básicamente al escaso manejo que se hace a las mismas con visión integral. Por esta razón, en muchas de dichas cuencas no se dispone de planes de manejo, de información actualizada sobre el grado de intervención ni sobre la problemática específica que domina en cada una de ellas, lo que limita la posibilidad de concentrar los esfuerzos en los aspectos prioritarios. Igual limitación lo constituye el grado de conocimiento que tienen las distintas empresas sobre la geología, geomorfología y otras características de la cuenca, ya que en algunas de ellas la debilidad sobre este aspecto es mayor.

Adicionalmente, en la mayoría de los casos tampoco se han desarrollado obras mayores y complementarias desde la cuenca alta, para el control y encauzamiento de los flujos de escorrentía, ni programas para el control de desprendimiento de masas y de sedimentos, que constituyeron fuertes amenazas para las infraestructuras causando daños directos a las mismas.

Lo anterior revela para el sector bajo consideración, la necesidad de hacer esfuerzos para controlar información que permita a los organismos competentes, establecer prioridades de actuación para reducir las vulnerabilidades aso-

ciadas al grado de intervención antrópica y a la composición geológica de las diferentes cuencas, con el objeto de reducir los impactos directos sobre los sistemas de agua potable y alcantarillado.

### **Vulnerabilidades de los ríos y de las aguas subterráneas**

Sin excepción, las afectaciones ocurridas en el sector durante el evento 1997-98 estuvieron asociadas a desbordamientos de ríos, a inundaciones y a sobrecargas de los niveles freáticos. Según se indicó en el Capítulo II, en Perú existen limitaciones e insuficiencias de información para predecir la dinámica de todos los ríos, además de que muchos de ellos presentan problemas de capacidad de los cauces frente a flujos anormales, favorecido por la ausencia cotidiana de mantenimiento y las descargas de basura y escombros que se observan en las inmediaciones de algunas ciudades, etc. Si bien muchos de los cauces recibieron durante la etapa pre-evento tratamientos de descolmatación y de limpieza, así como encauzamiento de márgenes y protección de cauces en tramos críticos, lo acontecido revela que estas fueron insuficientes y en algunos casos inexistentes, y que se requieren intervenciones más de fondo para superar estas vulnerabilidades. Los detalles de esta vulnerabilidad y las políticas que se identificaron para su superación se desarrollan en el Capítulo II de este informe.

Adicionalmente, es conocido que en algunas zonas vienen ocurriendo procesos de salinización de las aguas subterráneas que se usan como fuente de abastecimiento a las poblaciones, pero no se cuenta con estudios serios sobre el manejo de los acuíferos orientados a mejorar situaciones desfavorables. Estos depósitos de agua, sometidos a recargas excesivas, producen intrusiones en los pozos utilizados para el consumo, afectando la calidad de las aguas. Esta vulnerabilidad debe ser atacada con visión preventiva frente a eventos futuros.

En lo que respecta a las aguas subterráneas no existen planes de manejo para una mayor racionalidad en el aprovechamiento, lo que se debe en parte a la debilidad o ausencia de la información básica para ello.

### **Vulnerabilidad del servicio frente a las amenazas físicas**

La Figura V.1.2-1 de encadenamientos de efectos, muestra que el sector se vio afectado por la presencia de variadas amenazas: desbordes e inundaciones de los ríos y quebradas, incremento de la turbidez de las aguas; socavación de cauces; avalanchas de lodo e intrusión de aguas subterráneas en pozos de abastecimiento. El sector no cuenta con estudios específicos sobre la localización y comportamiento de las amenazas que genera El Niño, lo cual es básico para manejar y minimizar las afectaciones al servicio.

### **Vulnerabilidad de la infraestructura física**

Existen a nivel de algunas cuencas y sistemas de abastecimiento, estudios sobre las vulnerabilidades más relevantes que presentan las infraestructuras y redes de abastecimiento de agua a las poblaciones. Desde 1996, el INADE, que tiene a su cargo algunas obras de abastecimiento de agua a las poblaciones dentro de sistemas de uso múltiple, cuenta con estudios de vulnerabilidad de las obras y ha identificado las acciones para la reducción de las mismas. El PRONAP ha identificado también vulnerabilidades relevantes en varios de los sistemas ubicados en zonas de probable afectación por causas climáticas. Conjugando estas evaluaciones con los análisis llevados a cabo durante este estudio, se concluye que, con relación a las vulnerabilidades de las obras físicas, existe:

- Alta exposición de las infraestructuras (principalmente las obras de captación y las líneas de conducción y aducción) a las amenazas de crecidas de los ríos y quebradas, así como a avalanchas y deslizamientos.
- Poca capacidad de las redes de distribución y de alcantarillado para el desagüe de los volúmenes de agua que inundan los centros poblados, lo que las hace susceptibles a colapsos; y en algunos casos ausencia de infraestructura pluvial.
- Diseños inadecuados de obras de drenaje pluvial y de los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado respecto al tipo y magnitud de las amenazas (casos de la Municipalidad de Morrocón, Agua Potable de Piura y SUNASS).
- Alta exposición de las obras superficiales y de los pozos a las amenazas, por localización inadecuada, por ausencia de obras de protección o por inexistencia de cauces definidos.
- Pocas obras de protección de manantiales.
- Poca capacidad de las infraestructuras de tratamiento para controlar los excesivos incrementos de turbidez ocasionados por los sedimentos.
- En algunos casos, red construida sobre terrenos con riesgo de pérdida de resistencia.
- Sistemas de agua potable antiguos y frágiles.
- Baja cobertura del servicio de agua potable, lo que agrava la situación en los momentos de daños a las infraestructuras, a lo cual se une la irregularidad en los planes de abastecimiento.

Algunos sistemas están asociados a fuentes de energía vulnerables a los eventos climáticos (energía eléctrica) o que presentan problemas de acceso para el suministro de combustible, por daños en las vías.

### **Vulnerabilidad de la prestación del servicio**

Frente a eventos calamitosos como el de El Niño, la mayoría de los sistemas muestran incapacidad para responder de ma-

nera inmediata a los colapsos de las infraestructuras generados por distintas amenazas (inundaciones, desbordamientos, aluviones, etc.). Igualmente, aunque en menor grado, se enfrentan a problemas para solventar las situaciones de deterioro de la calidad de las aguas asociado al incremento de sedimentos y de materiales de arrastre en los cauces de los ríos.

Las vulnerabilidades fundamentales que se identifican como limitantes para las respuestas inmediatas frente a los impactos al servicio, son las siguientes:

- Escasas fuentes alternas de agua a ser incorporadas en los momentos de la emergencia.
- Poca flexibilidad de los sistemas para utilizar fuentes cruzadas para el abastecimiento de zonas dentro de las ciudades.
- Ausencia de tratamiento de agua en algunos sistemas que se abastecen de pozos (Piura, por ejemplo), por lo que al incrementarse los problemas de sedimentos y de intrusión de aguas salinas, estos se trasladan de inmediato a la población consumidora, pudiendo afectar la salud de la misma.
- Problemas preexistentes en las redes de distribución y en el almacenamiento de agua (reservorios) a nivel de algunas ciudades.

#### **Vulnerabilidad de los usuarios**

Algunos usuarios del servicio, frente a eventuales restricciones de dotación de agua, muestran comportamientos que constituyen vulnerabilidades para el adecuado manejo de las situaciones. Entre ellos cabe destacar:

- Hábitos altamente consumidores y despilfarradores del agua.
- Inexistencia de cultura preventiva que minimice los impactos negativos sobre ellos (por ejemplo, con uso de equipos de bajo consumo).

### **1.6 LA RESPUESTA DEL SECTOR AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO Y LAS ACCIONES FÍSICAS EJECUTADAS PARA ENFRENTAR EL EVENTO**

De acuerdo a las directrices impartidas desde el nivel nacional, las actuaciones del sector de agua potable y alcantarillado para enfrentar el Fenómeno El Niño 1997-98, se realizaron en las tres etapas que se han mencionado:

- Preventiva (junio-diciembre 1997), aplicada en las zonas geográficas declaradas en emergencias de acuerdo a los pronósticos.
- De emergencia (enero a marzo de 1998), orientada a atender las zonas críticas afectadas.

- De reconstrucción, dirigida inicialmente a restituir un mínimo de servicios en los departamentos Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad e Ica.

#### **Acciones físicas preventivas (septiembre-diciembre 1997)**

Las acciones físicas en esta fase estuvieron dirigidas a garantizar el abastecimiento de aquellas poblaciones ubicadas en dos zonas declaradas en emergencia de acuerdo a las predicciones meteorológicas (Tumbes y Piura). Las localidades beneficiadas fueron: Piura-Castilla, Eje Paita Talara, Colán, Sullana, Paita, Catacaos, Chulucanas, Barrio San José, Tumbes, Corrales, La Cruz, Zorritos, Zarumilla, San Juan de la Virgen, San Jacinto, Pampas de Hospital, Aguas Verdes.

El enfoque que se dio a dichas actuaciones fue la protección de obras y la preparación para atender los impactos que seguramente se generarían, las cuales, finalmente se orientaron a la reducción de las vulnerabilidades de:

**a)** Infraestructuras físicas de agua potable y saneamiento. Casi en su totalidad, las acciones ejecutadas buscaban proteger las infraestructuras manejadas por las empresas de agua de Tumbes y Piura, y posteriormente los de Lambayeque, La Libertad, Ancash y Chavín, contra posibles inundaciones y excesos de precipitación, en conocimiento de la poca protección contra eventos extremos por falta de obras y por inadecuada localización de muchas de ellas. Otras fueron de mantenimiento, dados los problemas normales que se presentan para el sostenimiento de recursos orientados a esos fines. Los tipos de obras ejecutadas fueron los siguientes:

- Construcción de cercos con muros de protección en cámaras de bombeo de agua y desagüe.
- Construcción de coberturas de casetas de pozos y cámaras de bombeo.
- Limpieza de canales de captación y protección de rejas metálicas.
- Mejoramiento del recubrimiento de líneas de conducción, reforzamiento de líneas de aducción con anclajes de concreto.
- Protección y limpieza de lagunas de estabilización.
- Protección de reservorios y rehabilitación de casetas de válvulas.
- Protección de postes de energía eléctrica en estaciones de bombeo.
- Reacondicionamiento de buzones y sellado de los mismos.

El Cuadro V.1.6-1 resume las obras de prevención realizadas para la protección de cada una de las localidades incorporadas en el programa, lo que ejemplifica la orientación que se dio a esta fase preventiva.



**Cuadro V.1.6-1. Perú. Agua potable y alcantarillado. Programa preventivo 1997-98**

Departamento	Localidad	Tipo de obras
Tumbes	Zorritos	Línea de aducción, muro cámara de bombeo.
	Zarumilla	Protección y reforzamiento estación de bombeo y de equipos eléctricos.
	San Juan de la Virgen	Protección cámara de bombeo, construcción caja de válvulas, mejoras del reservorio.
	Aguas Verdes	Reforzamiento bases de postes en líneas alta tensión, reparaciones de buzones, limpieza de lagunas.
	Pampas de Hospital	Protección cámaras de bombeo y líneas de aducción, mejoramiento válvulas y depósito de combustible.
	San Jacinto	Protección bases de postes energía eléctrica en estación de bombeo, mejoras en válvulas.
	Tumbes	Muro de protección planta de tratamiento, limpieza de laguna, otros muros.
Piura	Amotape	Protección eje Paita-Talara (limpieza canal de captación sobre río Chira, defensa tubería en cruce de río; reforzamiento líneas de conducción, rehabilitación caminos de acceso).
	Piura y Castilla	Protección de cámaras de bombeo, de casetas de pozos, de buzones en zonas inundables.
	Sullana	Profundización de tubería en puente carretero; Recubrimiento de tubería; Aumento capacidad portante de suelo en cruce de drenes existentes; relleno en reservorios.
	Paíta	Reforzamiento línea de aducción, muro de protección estación de bombeo.
	Colán	Canal interceptor para recolección de aguas de lluvias.
	Catacaos	Muros de protección casetas de bombeo y cámaras de desagües, reparación motores.
	Chulucanas	Muro de protección en casetas de bombeo de desagüe, protección laguna de estabilización.
	Barrio San José	Obras de alcantarillado (empalmes de red, construcción cámaras de bombeo y equipos).
	Corrales	Obras de protección reservorios, vías perimetrales a reservorio, reforzamiento líneas de aducción, protección cámaras de bombeo, limpieza de laguna.
	La Cruz	Reparación reservorio, rehabilitación casetas de válvulas, vereda perimetral, limpieza de lagunas.

**b) Respuesta del servicio a los impactos de las amenazas**

Las acciones preventivas para atender las vulnerabilidades asociadas a lograr una mejor capacidad de respuesta frente a los impactos que podrían generarse durante la contingencia, se orientaron a la adquisición de diversos equipos, materiales e insumos que permitiesen manejar las situaciones de colmatación y atoro de las redes de saneamiento, de deterioro de la calidad del agua y de posible desabastecimiento de productos, a saber:

- Para manejo de inundaciones: Motobombas y electrobombas, tuberías de PVC y de acero, equipos de desatoro.
- Para controlar la calidad del agua y garantizar abastecimiento de los productos químicos y equipos: adquisición preventiva de equipos de cloración, compra de productos químicos de tratamiento de agua (hipoclorito de calcio, cloro, cal hidratada, etc.).

**Acciones físicas durante la contingencia (enero-marzo 1998)**

Debido al impacto que generaron las precipitaciones tanto sobre las infraestructuras como sobre la calidad del agua de

consumo, fue necesario auxiliar a las poblaciones afectadas con acciones de emergencia tendientes a mantener en servicio la infraestructura afectada y a garantizar un nivel mínimo de la calidad del agua. Muchas obras previamente reforzadas o tratadas para reducir los impactos del episodio El Niño 1997-98 fueron afectadas debido a la magnitud de las crecientes y de las inundaciones.

La intervención en esta etapa se centró en las siguientes líneas de actuación para reducir el impacto sobre el eslabón final de la cadena, es decir, sobre los usuarios:

- a) Restablecimiento del servicio de agua potable
  - Rehabilitación del eje Paita-Talara en el tramo del puente Simón Rodríguez (construcción de puente metálico sobre el cual se apoya la línea de conducción que alimenta a los poblados cercanos: Talara, Negritos, Lobitos, El Alto).
  - Rehabilitación de 7 líneas de impulsión en diversas localidades de la ciudad de Tumbes: La Cruz-Zorritos (puente Charán); La Cruz-Zorritos (puente La Tucilla); San Jacinto-La Peña; San Juan-Cerro Blanco.
  - Rehabilitación de pozos en Zumilla y habilitación de pozo en El Papayal (bomba).

■ Reparación de equipos de bombeo y grupos electrógenos en Tumbes.

■ Apertura de fuentes alternas de abastecimiento de agua:

□ Dotación de grupos electrógenos para la explotación continua de pozos en la zona de Laredo, para solventar problemas de abastecimiento en la ciudad de Trujillo.

□ Distribución de agua potable en camiones cisterna.

□ Instalación de tanques portátiles.

□ Instalación de servicios inflables.

b) Restablecimiento del servicio de alcantarillado

Adquisición de equipos de limpieza de tuberías de desagüe de alcantarillados (motobombas, máquinas de baldes, motobombas) para la ciudad de Ica.

c) Mejoramiento de la calidad del agua mediante la aplicación de químicos. Adquisición de insumos (Sulfato de aluminio, cloro gas, cal apagada, hipoclorito de Ca) para las ciudades de Tumbes, Piura, Chiclayo, Lambayeque, Huaraz, Oxapampa, Villa Rica.

#### Acciones físicas de reconstrucción (julio 1998-julio 2000)

Esta fase contempla la reconstrucción de los daños de los servicios ocurridos, básicamente en los sistemas de alcanta-

rillado por colmatación o rotura de las redes, líneas de conducción e impulsión de agua, estructuras de captaciones, muros de contención, plantas de tratamiento de agua y desagües, reservorios y otros.

Las acciones de reconstrucción fueron concebidas en dos etapas. Una primera de rehabilitación de urgencia, para obras prioritarias dirigidas a devolver la operatividad de los servicios públicos más críticos, la cual fue orientada a los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, Libertad e Ica. La segunda persigue restablecer la infraestructura afectada con la capacidad de soportar un fenómeno igual o superior, es decir, con modificación de los estándares y/o la localización actuales, según sea el caso. Las obras consideradas se dirigen a 12 departamentos: Tumbes, Piura, Lambayeque, Cajamarca, La Libertad, Ancash, Ica, Arequipa, Cuzco, Puno, Huancavelica y Pasco, cubriendo alrededor de 90 localidades.

Las acciones de urgencia se refieren a rehabilitaciones de colectores de desagüe y emisores; cambios de colectores y rehabilitaciones de sistemas de agua potable; construcción de casetas de bombeo, equipamiento de pozos, rehabilitación de reservorios y conexiones domiciliarias; perforaciones de pozos.

El Cuadro V.1.6-2 resume los centros poblados considerados en el programa de reconstrucción, fases de urgencia y acciones posteriores.

**Cuadro V.1.6-2 Perú. Agua potable y alcantarillado. Localidades beneficiadas con los programas de reconstrucción**

Departamento	Reconstrucción fase de urgencia	Reconstrucción hasta 2000
Tumbes	Tumbes, Aguas Verdes, Pampas de Hospital, Zarumilla, San Juan de la Virgen.	Tumbes, Aguas Verdes, Pampas-Cabuyal, Zarumilla, Zorritos, Los Cedros, Corrales, La Cruz, Cuchareta, San Jacinto, Pocitos, Matapalo, Garbanzal, Casitas-Cañaveral, Cruz Blanca.
Piura	Piura, Catacaos, Castilla, Talara, Sullana y Paíta.	Sullana, Marcavelica, Lancones, Mancora, Lobitos, Negritos, El Alto, Paita, Talara, Piura, Catacaos, Castilla, Sechura, Bellavista-Unión, Cristo Nos Valga, Rinconada y Licuar, Vice y Chulucanas.
Lambayeque	Chiclayo, La Victoria, Oyotún, Olmos, San José, Nueva Arica.	Chiclayo (La Victoria, San José, José Ortíz), Lambayeque, Saña, Monsefú, Oyotún, Nueva Arica, Pto Eten, Ferreñate, Reque, Mocupe, San José, Pimentel, Sta Rosa, Ciudad Eten, Pícsi, Pueblo Nuevo, Mochumi, Túcume, Jayanca, Motupe, Pósope Alto.
La Libertad	Trujillo, Chepén.	Trujillo, Chao, Chepen, Guadalupe, Pueblo Nuevo.
Cajamarca		Costumaza, San Miguel, Cajamarca.
Ancash		Huaraz, Carhuaz, Aija, Chuiquián, Caraz, Chimbote.
Ica	Ica.	Ica.
Pasco		Villa Rica, Oxapampa.
Huancavelica		Huancavelica.
Arequipa		Arequipa.
Cuzco		Cuzco, Santa Teresa, Piuray.
Puno		Juliaca, Puno, Sandia, Choquehuanca, Huancané, Ayaviri, Azangaro.

## 1.7 LECCIONES APRENDIDAS Y LINEAS DE POLITICA PARA LA REDUCCION DE LAS VULNERABILIDADES

A raíz del episodio 1997-98 se ha tomado conciencia en el sector sobre la necesidad de orientar las actuaciones futuras con criterios de prevención. Las lecciones más relevantes se relacionan en el Perú con la elevada vulnerabilidad de las obras físicas de los sistemas de agua potable y saneamiento frente a situaciones extremas de precipitación. Dada la dependencia directa de este servicio de las fuentes de agua existentes y de la relación geográfica de muchos de los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento con los ríos que la abastecen, las vulnerabilidades prioritarias que deben superarse para la prestación de un adecuado servicio son las relacionadas con los ríos y sus amenazas, tanto por la cercanías de las obras a los ríos mismos, como por los efectos negativos sobre la calidad de las aguas provenientes de las crecidas. En el caso de los alcantarillados, ha quedado también evidenciado la relevancia que tiene un buen sistema de drenaje en las zonas afectadas y como las zonas planas tienen problemas para un flujo normal de las aguas cuando existen excedentes de lluvias. Esto plantea como prioridad focalizar muchos de los esfuerzos en la determinación de amenazas y vulnerabilidades de los sistemas, para definir programas de protección, de refuerzo de algunas obras y la búsqueda de alternativas para dar respuesta a las emergencias.

De acuerdo a los análisis realizados para este sector, se identificaron políticas orientadas a las reducción de las principales vulnerabilidades, a saber:

a) Políticas para mejorar el conocimiento sobre el impacto del fenómeno, las amenazas, las vulnerabilidades y los riesgos

Adicionalmente a las políticas que se han identificado para el sector del conocimiento en el Capítulo I de este estudio, en el sector de abastecimiento de agua potable y saneamiento se plantean otros requerimientos adicionales, a saber:

- Incorporar los sistemas de agua potable y saneamiento a redes de información permanente sobre las precipitaciones y caudales de los ríos, tanto para prevenir impactos de crecientes sobre dichas redes, como para el diseño de las obras adaptadas a las condiciones de riesgo.

- Inventariar las obras afectadas y las causas de los daños, a los fines de centrar los análisis en las zonas de mayor riesgo para la prestación del servicio.

b) Políticas para reducir las vulnerabilidades de las cuencas

Al igual que en el caso anterior, muchas de las políticas relacionadas con el manejo de cuencas han sido identificadas en el Capítulo II. El sector de agua potable, en conocimiento de las cuencas que recibieron las afectaciones más graves, deberá establecer prioridades para atender su manejo, seleccionando aquellas que tienen alta relevancia para el servicio de agua potable y saneamiento ambiental. Especial énfasis debe darse a las obras de protección y encauzamiento de los ríos en los diferentes niveles de la cuenca, así como a las acciones de mejoramiento y recuperación de la cobertura vegetal en las cuencas priorizadas.

c) Políticas para incrementar la capacidad de respuesta de los sistemas frente a amenazas de origen hidrometeorológico

En este caso, y dado que los sistemas colapsan bajo la influencia de lluvias excedentarias, deberán buscarse soluciones alternativas para el abastecimiento de agua en las etapas de emergencia y para los desagües. También deberán estudiarse opciones para racionalizar el uso del agua en casos de emergencia.

d) Políticas para reducir la vulnerabilidad de las obras físicas y de la operación de los sistemas

- Se considera esencial la incorporación de nuevas normas en los diseños de ingeniería de las obras, a los fines de reducir los riesgos del fenómeno El Niño. Para ello deberán evaluarse los períodos de retorno de las crecidas de los ríos y definir una política respecto al tipo de normas a aplicar. En base a ello, identificar zonas geográficas de aplicación de la normativa anterior, estableciendo los criterios de obligatoriedad.

- Revisar la normativa existente para establecer mecanismos de control y asesoría técnica, y para garantizar la incorporación de las normas anteriormente mencionadas.

- Potenciar el mejoramiento de la operación de los sistemas, mediante la asignación de un mínimo de recursos.

e) Políticas para reducir la vulnerabilidad de los usuarios del servicio

- Preparación y extensión de programas de capacitación y concientización de la comunidad en materia de agua y sobre los efectos de El Niño sobre dichos sistemas y sobre la salud.

- Establecer sistemas claros de información, evaluación y comunicación sobre los impactos del sector de agua potable y alcantarillado, para los usuarios de las aguas.

■ Llevar a cabo estudios sobre los hábitos de consumo de agua potable de la población potencialmente afectable, con miras a reforzar el cambio, cuando así lo revelen los resultados.

## 2. SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

Este sector tuvo muchas afectaciones focalizadas, asociadas en todos los casos, al igual que en el del sector agua potable y alcantarillado, a los embates de efectos generados por el exceso de precipitación, debido a la cercanía de muchas de las obras a los cauces de los ríos.

### 2.1 EL SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA EN PERU

La electricidad en Perú se genera y transmite en casi su totalidad mediante dos sistemas: Sistema Interconectado Centro Norte (SICN) y Sistema Interconectado Sur (SIS), los cuales serán unificados en el año 2000 para formar el Sistema Interconectado Nacional mediante la línea actualmente en construc-

ción, Mantaro-Socabaya, en 220 KV con 608 km de longitud (ver Figura V.2.1-1). Ambos sistemas sirven al 95% de las ciudades más importantes del país. El resto minoritario de los sistemas es operado de manera aislada.

Con objeto de reducir la vulnerabilidad que venía presentando históricamente el suministro de electricidad, cuya producción era principalmente sobre la base de generación en plantas hidroeléctricas, a partir de mediados de los años ochenta se inició un programa de instalación de centrales termoeléctricas. Es por ello que, a mediados de 1997, cuando se evidenció en Perú la presencia del Fenómeno El Niño, la capacidad instalada estaba distribuida casi igualitariamente entre ambos tipos de centrales, pero todavía la generación era principalmente de procedencia hidroeléctrica.

A diciembre de 1997, la potencia instalada para el servicio público de electricidad era de 4.325 MW (56% hidráulica y 44% térmica), y la producción de energía eléctrica del año 1997 fue de 15.348.557 MWH, de la cual el 80% correspondió a energía hidráulica.

Centrales eléctricas	SICN	SIS	Aislados	Total	Porcentaje
Hidráulica	2.053	312	148	2.513	48%
Térmica	1.313	445	921	2.680	52%
Total	3.366	757	1.069	5.192	100%

### 2.2. ENCADENAMIENTO DE EFECTOS E IMPACTOS SOBRE EL SERVICIO ELECTRICO

El Fenómeno El Niño tuvo varios efectos que impactaron la normal actividad de la producción de energía (ver Figura V.2.2-1).

a. Al producirse mayores precipitaciones en las cuencas y sobrecargarse el caudal de los ríos, con el consecuente incremento del volumen de sólidos acarreados, se produjo la afectación de bocatomas y de canales de conducción de los sistemas hidráulicos, causando en algunos casos paralización temporal de la producción. El ejemplo más resaltante de este tipo de afectación fue la Central de Aricota II (Departamento Tacna), donde se dañaron la bocatoma, el canal de conducción, maquinaria y equipos. Esta central dejó de operar por más de 100 días. Otro ejemplo donde las aguas desbordadas del río afectaron instalaciones eléctricas ocurrió en Ica dañando la totalidad de las subestaciones y

redes de distribución primaria y secundaria. La Central Cahua se vio también afectada por las inusitadas crecientes del Río Pativilca que dañó una parte de las instalaciones civiles.

b. Uno de los impactos más catastróficos para el sector eléctrico derivó del calentamiento de los glaciares de la cordillera de los Andes, que además de incrementar el caudal de los ríos, fue causante del desprendimiento de bloques de hielo, que provocaron aluviones de grandes proporciones. Uno de ellos ocurrió a través de la quebrada de Aobamba, tributaria del río Vilcanota, que al llegar al río lo represó formándose un embalse de 70 metros de profundidad, quedando completamente cubierta de lodo y agua la Central Hidroeléctrica de Machu Picchu, incluyendo la casa de máquinas en caverna, edificios y patio de llaves. Esta inundación dejó sin funcionar a la central y continuará en tal situación hasta su rehabilitación que se estima se producirá después de 3 años.

■ Llevar a cabo estudios sobre los hábitos de consumo de agua potable de la población potencialmente afectable, con miras a reforzar el cambio, cuando así lo revelen los resultados.

## 2. SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

Este sector tuvo muchas afectaciones focalizadas, asociadas en todos los casos, al igual que en el del sector agua potable y alcantarillado, a los embates de efectos generados por el exceso de precipitación, debido a la cercanía de muchas de las obras a los cauces de los ríos.

### 2.1 EL SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA EN PERU

La electricidad en Perú se genera y transmite en casi su totalidad mediante dos sistemas: Sistema Interconectado Centro Norte (SICN) y Sistema Interconectado Sur (SIS), los cuales serán unificados en el año 2000 para formar el Sistema Interconectado Nacional mediante la línea actualmente en construc-

ción, Mantaro-Socabaya, en 220 KV con 608 km de longitud (ver Figura V.2.1-1). Ambos sistemas sirven al 95% de las ciudades más importantes del país. El resto minoritario de los sistemas es operado de manera aislada.

Con objeto de reducir la vulnerabilidad que venía presentando históricamente el suministro de electricidad, cuya producción era principalmente sobre la base de generación en plantas hidroeléctricas, a partir de mediados de los años ochenta se inició un programa de instalación de centrales termoeléctricas. Es por ello que, a mediados de 1997, cuando se evidenció en Perú la presencia del Fenómeno El Niño, la capacidad instalada estaba distribuida casi igualitariamente entre ambos tipos de centrales, pero todavía la generación era principalmente de procedencia hidroeléctrica.

A diciembre de 1997, la potencia instalada para el servicio público de electricidad era de 4.325 MW (56% hidráulica y 44% térmica), y la producción de energía eléctrica del año 1997 fue de 15.348.557 MWH, de la cual el 80% correspondió a energía hidráulica.

Centrales eléctricas	SICN	SIS	Aislados	Total	Porcentaje
Hidráulica	2.053	312	148	2.513	48%
Térmica	1.313	445	921	2.680	52%
Total	3.366	757	1.069	5.192	100%

### 2.2. ENCADENAMIENTO DE EFECTOS E IMPACTOS SOBRE EL SERVICIO ELECTRICO

El Fenómeno El Niño tuvo varios efectos que impactaron la normal actividad de la producción de energía (ver Figura V.2.2-1).

a. Al producirse mayores precipitaciones en las cuencas y sobrecargarse el caudal de los ríos, con el consecuente incremento del volumen de sólidos acarreados, se produjo la afectación de bocatomas y de canales de conducción de los sistemas hidráulicos, causando en algunos casos paralización temporal de la producción. El ejemplo más resaltante de este tipo de afectación fue la Central de Aricota II (Departamento Tacna), donde se dañaron la bocatoma, el canal de conducción, maquinaria y equipos. Esta central dejó de operar por más de 100 días. Otro ejemplo donde las aguas desbordadas del río afectaron instalaciones eléctricas ocurrió en Ica dañando la totalidad de las subestaciones y

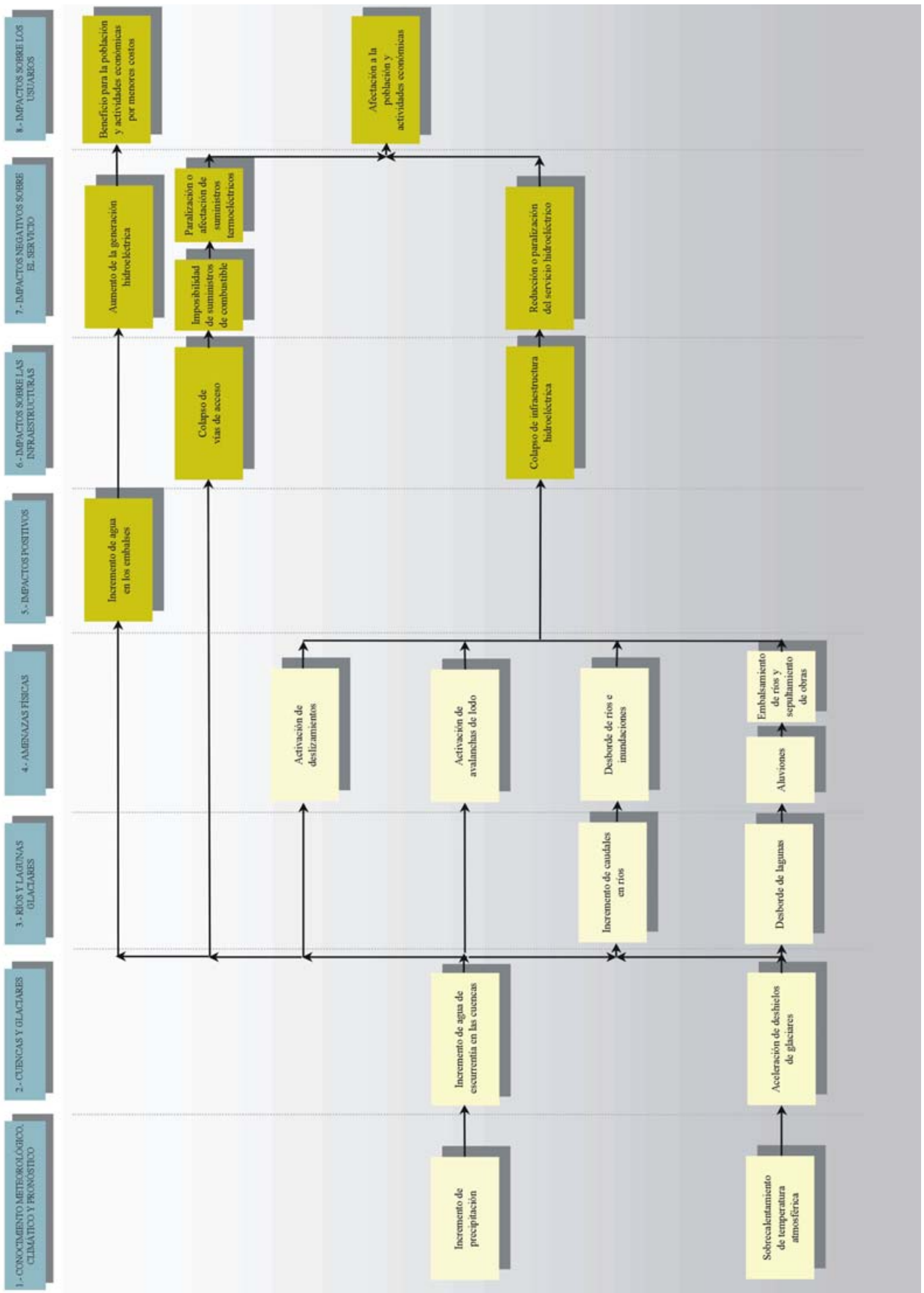
redes de distribución primaria y secundaria. La Central Cahua se vio también afectada por las inusitadas crecientes del Río Pativilca que dañó una parte de las instalaciones civiles.

b. Uno de los impactos más catastróficos para el sector eléctrico derivó del calentamiento de los glaciares de la cordillera de los Andes, que además de incrementar el caudal de los ríos, fue causante del desprendimiento de bloques de hielo, que provocaron aluviones de grandes proporciones. Uno de ellos ocurrió a través de la quebrada de Aobamba, tributaria del río Vilcanota, que al llegar al río lo represó formándose un embalse de 70 metros de profundidad, quedando completamente cubierta de lodo y agua la Central Hidroeléctrica de Machu Picchu, incluyendo la casa de máquinas en caverna, edificios y patio de llaves. Esta inundación dejó sin funcionar a la central y continuará en tal situación hasta su rehabilitación que se estima se producirá después de 3 años.

Figura V.2.1-1. Perú. Líneas de transmisión eléctrica a nivel nacional



**Figura V.2.2-1 Perú. Encadenamiento de efectos del Fenómeno El Niño sobre el sector eléctrico**



c. Como efecto del exceso de lluvias que provocó crecidas extraordinarias, desbordes, deslizamientos de laderas de los cerros, colmatación de lechos con acumulación de piedras de grandes dimensiones, represamientos, etc., fueron afectadas las instalaciones de varias centrales hidráulicas de mediana y pequeña capacidad que estaban localizadas a lo largo del recorrido de varios ríos. Los daños sufridos en las centrales hidroeléctricas fueron principalmente en los canales de captación de agua, túneles de conducción y en las instalaciones civiles y mecánicas de las bocatomas.

d. Algunas centrales térmicas quedaron aisladas debido a que importantes tramos de las carreteras fueron destruidos, lo que dificultó el suministro de combustible. Sin embargo, en muchos casos la situación fue superada en corto tiempo. Además, parte de las centrales no interrumpieron su producción debido a la previsión tomada en cuanto al almacenaje del combustible.

e. Las redes de transmisión y distribución sufrieron daños, principalmente por los desbordes de los ríos o por caídas de árboles sobre las líneas, los cuales causa-

ron la rotura de conductores y el derribamiento de postes y torres, pero estos fueron rápidamente sustituidos, gracias a que oportunamente se habían creado almacenes de materiales y equipos (grupos térmicos móviles) en puntos estratégicos a lo largo de las líneas, lográndose de esa forma la reposición del servicio en plazos razonablemente cortos. Las mayores afectaciones se presentaron en las Líneas Machu Picchu-Quillabamba, cuya reposición se hizo en unos 30 días.

f. En muchas localidades servidas mediante los sistemas interconectados fue necesario realizar racionamientos hasta la rehabilitación de las instalaciones afectadas, generando afectaciones a la población y a las actividades económicas.

### 2.3 FOCALIZACION DE LAS AFECTACIONES GENERADAS POR EL NIÑO 1997-98 AL SISTEMA ELECTRICO

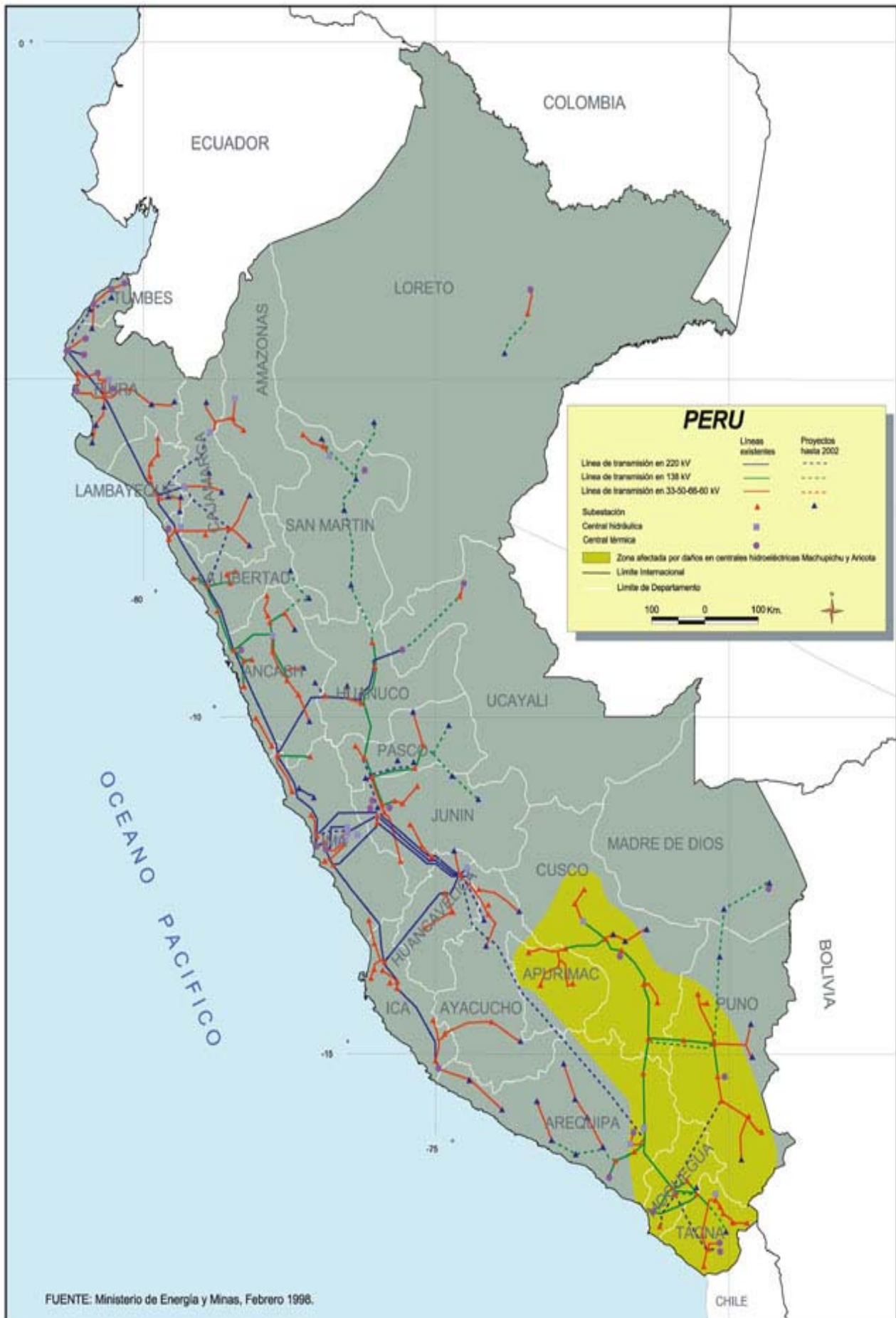
El Cuadro V.2.3-1 resume las afectaciones más relevantes en el sistema eléctrico del Perú y su focalización en el territorio nacional. La Figura V.2.3-1 es indicativa de la ubicación de los sitios afectados.

**Cuadro V.2.3-1 Perú. Focalización de las principales afectaciones del sistema eléctrico 1997-98**

Departamento	Ríos o amenazas	Central Hidroeléctrica	Daños sobre los sistemas de electricidad
Cajamarca		La Pelota	-Daños a la infraestructura (inutilización del túnel de aducción).
Lima	Pativilca (crecientes y sedimentos)	Huampani  Cahua	-Daños en la infraestructura (toma de captación del agua) -Daños en la infraestructura (bocatoma)  -Colmatación del lecho del río. -Reducción de producción en 50% durante febrero, marzo y abril.
Ica	Ica (inundaciones)		-Daños en las infraestructuras (afectación de las subestaciones y redes de distribución primaria y secundaria).
Tacna	Ilabaya (sedimentos en aguas de río)	Aricota I y II	-Daños en la infraestructura (bocatoma, canal de conducción, maquinaria y equipos). -Dejó de operar.
Cuzco	Quebrada Aobamba río Vilcanota. Desprendimiento de glaciares. Aluviones. Represamiento de aguas y lodos  Caída de árboles, desbordes ríos	Machu Picchu	-Sepultamiento total de la central y paralización de la generación por 3 años.  -Daños en la línea Machu Picchu-Quillabamba.



Figura V.2.3-1 Perú. Ubicación de las principales afectaciones al servicio eléctrico



**En el norte**, las centrales hidráulicas del SICN trabajaron sin mayores contratiempos, salvo la central La Pelota (Cajamarca) cuyo túnel de aducción se vio inutilizado. En general, en el año 1998, la abundancia de lluvias debido al Fenómeno El Niño, permitió una mayor utilización de las centrales hidráulicas, al extremo que en el Sistema interconectado centro-norte, el porcentaje de producción de energía hidráulica llegó al 91%.

**En la zona central**, varias centrales redujeron su producción o se paralizaron por lapsos cortos como fue el caso de la central Cahua (41,5 MW) de propiedad privada, ubicada en el departamento de Lima, la cual fue afectada por la inusitada correntada del río Pativilca que dañó una parte de las instalaciones civiles de la bocatoma y “colmató” el lecho del río, obligando a reducir su producción en un 50% durante los meses de febrero, marzo y abril.

Otra central afectada en ese mismo departamento fue la de Huampani, con daños en la toma de captación del agua.

**En el sur** del país, donde no se esperaban mayores consecuencias del fenómeno El Niño, fueron fuertemente afectadas algunas estaciones. La central eléctrica Machu Picchu (107MW), quedó virtualmente inutilizada por efecto de la inundación que causara el embalsamiento del río Vilcanota. En este caso, dicha paralización redujo la potencia instalada del SIS de 306 MW a 199 MW y el porcentaje de producción de energía hidráulica, que en el año 1997 había sido del 58%, se redujo a sólo 36%, lo que significa una pérdida de 22% de generación del sistema sur y el 42% de la energía del sistema, la cual ha sido substituida por generación térmica. Por esta razón, inversamente a lo ocurrido en el SICN, la producción del SIS, debido a dicho incidente, fue en 1998 mayoritariamente térmica (64%). Debe destacarse que, justo antes de ocurrir el daño principal en la central de Machu Picchu se había completado la interconexión total de la red nacional, de manera que la aportación de dicha planta pudo suplirse sin afectar mayormente el suministro, gracias a la generación en centrales termoeléctricas vecinas. Por ello, no fue necesario racionar el servicio, excepto en el caso de algunos consumidores grandes de la región cercana a la central de referencia, a los cuales fue necesario reducir el suministro en horas pico.

## 2.4 LOS DAÑOS GENERADOS Y SUS COSTOS

De acuerdo a lo antes señalado, los mayores daños en el sector se concentraron sobre los sistemas hidroeléctricos, tanto en las centrales de generación como en las líneas de transmisión y distribución.

**En el sistema de generación** los impactos dejaron

inhabilitadas las dos centrales mencionadas (Machu Picchu y Aricota). Como la central de Machu Picchu tardará varios años en poder volver a producir electricidad —aunque se aprovechará para aumentar su potencia instalada— el suministro está obteniéndose a un mayor costo al generarse energía térmica en centrales a gas y tener que ampliar la capacidad de una central.<sup>1</sup> El despacho de unidades térmicas, al incrementar la demanda de combustible, conllevó un incremento de la importación de estos insumos, con el consecuente efecto sobre la balanza comercial. Tales mayores costos están siendo traspasados al consumidor con base en tarifas más elevadas. Por otra parte, se prevé que la suspensión del servicio por un período de tres años, afectará dramáticamente industrias como la de fertilizantes y nitrato de amonio ANFO por falta de energía en la región donde está instalada.

Adicionalmente a estas centrales, también fueron afectadas otras 27 centrales menores, en las que no se registraron problemas considerables.

En síntesis, las centrales hidroeléctricas fueron las más afectadas por los daños sufridos principalmente en los canales de captación de agua, túneles de conducción y en las instalaciones civiles y mecánicas de las bocatomas. Un total de 30 centrales hidroeléctricas recibieron daños de diversa índole en sus obras de bocatoma, los túneles de conducción, los vertederos o canales de demasías, desarenadores, etc.

En lo que respecta **a las líneas de transmisión y distribución**, las afectaciones ocurrieron en todo el país, produciéndose daños en 23 líneas de transmisión de alta tensión, así como en 53 sistemas de distribución primaria y en 87 de distribución secundaria.<sup>2</sup> Para interconectar los sistemas y evitar que se dejara sin suministro a las localidades alimentadas por los sistemas existentes, fue necesario instalar las líneas requeridas para ello. Los daños suscitados en las centrales hidroeléctricas y líneas han causado una sustitución de energía hidráulica por energía térmica, lo cual genera mayor costo de producción y, por lo tanto, pérdidas económicas para muchas empresas de generación.

Se ha estimado que el daño total en este sector alcanzó cifras de 464 millones de nuevos soles, o 166 millones de dólares. De ello, 310 millones corresponden a daños directos sobre la infraestructura de generación, transmisión y distribución de electricidad, mientras que los 154 millones restantes se refieren a daños indirectos producidos por más elevados costos de generación al emplearse centrales térmicas, y al lucro cesante de la central de Machu Picchu. Estos daños originarán un efecto negativo sobre la balanza de pagos, por valor estimado de 92 millones de dólares, debido a la necesidad de importar equipos, materiales y suministros de los cuales no existe producción nacional (véase el Cuadro V.2.4-1).

<sup>1</sup> Véase la Comunicación del Director General de Electricidad, Lima, 25 de noviembre de 1998

<sup>2</sup> Al respecto, véase Dirección General de Electricidad, Estadística Eléctrica 1996-97, Ministerio de Energía y Minas, Lima, 1998.

**Cuadro V.2.4-1 Perú. Daños en el suministro de electricidad (miles de nuevos soles)**

Tipo de daño o efecto	Daños totales	Daños directos	Daños indirectos	Efecto sobre la balanza de pagos
<b>Total nacional</b>	<b>464.283</b>	<b>310.517</b>	<b>153.766</b>	<b>259.111</b>
Daño en centrales hidro	284.087	284.087	---	140.903
Ampliación central térmica	20.300	---	20.300	14.210
Daño en transmisión	24.073	24.703	---	9.881
Daño en distribución	1.727	1.727	---	691
Mayores gastos en generación y menores ingresos	133.466	---	133.466	93.426

Fuente: Estimaciones de la CAF sobre la base de cifras oficiales.

## 2.5 VULNERABILIDADES MAS RELEVANTES DE LOS SERVICIOS DE SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

La magnitud y la disposición de los daños ocasionados por el Fenómeno El Niño 1997-98 en el sector eléctrico de Perú, evidencian que están presentes vulnerabilidades a lo largo de los eslabones de la cadena de efectos, las cuales se revierten en riesgos para las actividades económicas y para la calidad de vida de la población.

Según se desprende del flujograma de la Figura V.2.2-1, en el caso del sector eléctrico se han identificado 8 eslabones, cuyas vulnerabilidades deberán manejarse para reducir los riesgos en la prestación del servicio.

### Vulnerabilidades con relación al conocimiento meteorológico, climático y a los pronósticos

En el sector eléctrico, debido a la alta dependencia que aún se tiene de la generación hidroeléctrica, se requiere un manejo preciso y un pronóstico anticipado de las amenazas climáticas que puedan originar efectos y finalmente afectaciones sobre el servicio. Por esta razón, la poca relación funcional que existe entre los responsables de informar sobre la variabilidad climática y los entes administradores del servicio durante el funcionamiento cotidiano, constituye una vulnerabilidad importante del sector en las zonas donde se desarrollan sistemas de generación hidroeléctrica. En Perú, todavía no se ha logrado anticipar el pronóstico de lluvias en las cuencas, que permita al sector hacer pronósticos de sus propias fuentes de energía. Al igual que en el caso de otros sectores, este eslabón es común a todos ellos y exige una prioridad nacional.

Por otra parte, no se dispone de sistemas de alerta eficaces para informar tanto a las empresas como a los usuarios sobre las características del evento, con el objeto de tomar las previsiones necesarias para mitigar y prevenir los efectos. Las vulnerabilidades más relevantes relacionadas con las variables climáticas se resumen en el Capítulo I.

### Vulnerabilidades de las cuencas y glaciares

Adicionalmente a los problemas señalados para el caso de acueductos, así como los indicados en el capítulo II para las cuencas de la Costa Pacífica, en el sector eléctrico adquieren también relevancia las vulnerabilidades de los glaciares que dan orígenes a ríos en las zonas del sur.

Una de ellas es la inexistencia de control y de registro de los desplazamientos que sufren los glaciares, por lo que se hace imposible detectar posibles fenómenos que generen aluviones o represamientos de las masas de hielo. Sin este tipo de información poco podrá anticiparse para el manejo del riesgo frente a este fenómeno, en los sistemas que pueden verse afectados por amenazas de esta naturaleza.

Este tipo de cuencas así como aquellas donde se han implantado sistemas de generación hidráulica, requieren de estudios y de formulación de planes de manejo que permitan la sostenibilidad del servicio.

### Vulnerabilidades asociadas a los ríos y lagunas

Fue evidente durante el Fenómeno El Niño 1997-98 la falta de mantenimiento de muchos cauces que habían sido rebasados por depósitos de materiales aluviales, lo que favoreció el embalsamiento y anegamiento en zonas donde se encontraban localizadas obras de infraestructura eléctrica. Igualmente, afluentes que se alimentan de nevados no cuentan con obras de protección ni de encauzamiento para evitar la retención de Huaycos (avalanchas de lodo y masas de suelo) en su recorrido.

Estas, así como otras vulnerabilidades que se han mencionado para el caso de ríos que afectan a varios sectores (falta de registros de la dinámica de los ríos y de los pronósticos de los caudales, configuración estrecha y pendiente de los cauces, etc.), requieren ser objeto de consideraciones especiales, dada la magnitud y diversidad de los daños que se generan por un comportamiento inusual de estos drenes naturales. Respecto al comportamiento de los caudales de los ríos y a los riesgos que pueden estar asociados a su magnitud, la expe-

riencia de El Niño 1997-98 reflejó la falta de precisión de los caudales previstos, principalmente en el norte y en Cuzco.

En el caso de las lagunas de glaciares, una vulnerabilidad importante es la ausencia de evaluaciones periódicas de la configuración natural del entorno de los glaciares que permitan identificar probables sitios de formación de lagunas y prever las probabilidades de saturación de morrenas ubicadas en las faldas de los nevados, lo cual es esencial para reducir los riesgos de centrales hidroeléctricas que se alimentan de este tipo de cuencas. Tampoco se han realizado obras de control en dichas lagunas para evitar o minimizar posibles afectaciones.

### **Vulnerabilidad frente a las amenazas físicas**

Para el sector eléctrico, la ausencia de estudios sobre las amenazas que pueden afectar el servicio es una vulnerabilidad también relevante. Definidas las cuencas y ríos que sirven de fuente para la generación eléctrica, el sector requiere precisar las zonas donde se manifiestan las diversas amenazas que han impactado recurrentemente a las obras y al servicio en general, resumidas en la Figura V.2.2-1, como lo son: deslizamientos, avalanchas de lodo, desbordes e inundaciones, aluviones, sitios de posibles embalsamientos, etc. Esta información es fundamental para los análisis de riesgos y los estudios de vulnerabilidad de las obras físicas y otras, que son esenciales para el manejo adecuado del servicio.

### **Vulnerabilidad para el aprovechamiento de oportunidades**

Las variaciones climáticas para el sector, generan también oportunidades para la prestación de un mejor servicio. Esto se evidenció en la zona norte de Perú, donde el incremento de agua de los embalses permitió suministrar mayor cantidad de energía que resulta más económica, como es el caso de la hidroeléctrica.

No se ha institucionalizado la práctica de evaluar dentro del sector, los efectos positivos que pueden aprovecharse cuando se pronostica la cercanía de un evento Niño. Ello redundó en una pérdida de oportunidades para el manejo más eficiente del sistema como conjunto.

### **Vulnerabilidad de las infraestructuras**

Las infraestructuras eléctricas muestran diferentes tipos de vulnerabilidades frente a situaciones de exceso de precipitación, a saber:

- Elevada exposición de las líneas de transmisión y otras estructuras. Los mayores problemas lo presentan las aducciones, y la ubicación de algunas centrales.
- Pocas obras de protección de las infraestructuras frente a inundaciones, aluviones y otro tipo de amenazas.
- Las centrales no cuentan con sistemas que respondan

automáticamente a situaciones inesperadas, como por ejemplo, de elementos de cierres automatizados en la bocatoma y descarga, que les permita operar en tiempos bastante cortos y evitar que las obras sean inundadas cuando ocurren mayores caudales.

- Inadecuado mantenimiento de las obras, principalmente las de captación.

### **Vulnerabilidades del servicio para responder a los impactos y daños**

Varias debilidades fueron identificadas durante este estudio en las evaluaciones llevadas a cabo por las instituciones competentes, con relación a la capacidad de respuesta del sector para enfrentar la paralización o afectación del servicio. Entre ellas destacaron:

- Pocos stocks disponibles de combustibles en áreas de centrales termoeléctricas.
- Dificil acceso a algunas infraestructuras ubicadas a grandes distancias de centros poblados, por problemas de vialidad y por la accidentalidad del terreno. En situación normal o cuando se dañan las carreteras por el efecto mismo del fenómeno El Niño, muchas infraestructuras quedan prácticamente aisladas dificultando la rehabilitación o la atención requerida para la reanudación del servicio. En previsión de ello, no se cuenta con rutas alternativas o con modos para resolver las situaciones críticas.
- Poca flexibilidad, en algunas zonas, para responder con opciones alternativas, distintas a la fuente de suministro original.
- Insuficiente maquinaria y equipo para actuar con la celeridad requerida, sobre todo en caminos secundarios y terciarios que sirven de acceso a las rutas o instalaciones eléctricas.
- Si bien Perú está avanzando rápidamente hacia el sistema interconectado nacional, todavía se presentan limitaciones en algunas zonas para el restablecimiento del servicio, mientras duran las afectaciones a la infraestructura. Dichas limitaciones constituyen vulnerabilidades, expresadas en:
  - Existencia de localidades sin fuentes cercanas de suministro energético (por lo que la solución utilizada ha sido la instalación de grupos térmicos de emergencia).
  - No se mantienen expresamente reservas de generación que permitan suplir las que se pierden por acciones de fenómenos naturales extraordinarios.
  - Poca experiencia para afrontar amenazas de gran magnitud, lo que dificulta la respuesta y conduce a acciones precipitadas no previstas.
  - El servicio mantiene aún mucha dependencia de los sistemas hidroeléctricos.

■ Ausencia de sistemas de registros de daños asociados a los fenómenos extraordinarios que repercuten sobre el servicio, lo que serviría de base para dimensionar los posibles impactos en la fase preventiva y para orientar la toma de decisiones previo a la ocurrencia del evento.

## 2.6 LA RESPUESTA DEL SECTOR Y ACCIONES TOMADAS PARA ENFRENTAR EL EVENTO

La estrategia diseñada para afrontar los impactos en este sector consideró dos etapas claramente definidas: prevención y emergencia (rehabilitación).

### a) Etapa de prevención

Las acciones preventivas realizadas en el sector eléctrico, se concentraron en la reducción de varios tipos de vulnerabilidades:

#### ■ Infraestructuras

La etapa de prevención consideró básicamente la ejecución de actividades y obras de mantenimiento intensivo, protección y refuerzo de las instalaciones eléctricas, que de acuerdo a los análisis y estudios efectuados presentaban alto riesgo de ser afectados por el fenómeno, de acuerdo a las experiencias de El Niño 1982-83.

Estas acciones, si bien en muchos casos evitaron mayores desastres, en otros fueron insuficientes ante la magnitud de los acontecimientos que se produjeron en el país.

#### ■ Flexibilizar opciones de respuestas frente a la emergencia

Adicionalmente a la protección y acondicionamiento de la infraestructura, se efectuaron algunas obras alternativas a instalaciones existentes que cuentan con única fuente de suministro, con la finalidad de evitar interrupciones del servicio eléctrico o que, en el peor de los casos, las interrupciones no fuesen de larga duración. Igualmente, en algunos de los casos en que las zonas quedaron aisladas por problemas de intransitabilidad, operaron modos alternos como fue el puente aéreo.

### b) Fase de emergencia (rehabilitación)

Durante la emergencia, el sector tuvo una respuesta positiva tendiente a garantizar la prestación del servicio a través de varias vías:

■ Reparación de infraestructura dañada. En este período se hizo el mayor número de inversiones para reparar la infraestructura que había sido afectada y restablecer el servicio de energía en el lapso más corto posible.

En general, las acciones adelantadas dieron prioridad a las de mayor magnitud como fue el caso de la central hidroeléctrica Machu Picchu, por su impacto sobre el sumi-

nistro eléctrico del sur. El tiempo de rehabilitación de los sistemas de transmisión fue corto, ya que se contaba con experiencia en reparación de líneas y estructuras de transporte (torres) desde tiempos anteriores.

■ Uso de fuentes alternas, mediante:

□ Incremento de fuentes térmicas para suplir la reducción de generación hidroeléctrica en el sistema interconectado.

□ Instalación de grupos térmicos de emergencia en zonas sin fuentes alternas disponibles, o en sitios aislados.

■ Restauración de vías de comunicación para el suministro de combustibles en zonas aisladas.

■ Racionamiento, en los sistemas interconectados, hasta lograda la rehabilitación de las instalaciones afectadas.

■ Programa de ahorro de energía dirigido a los usuarios, para evitar racionamientos por falta de oferta y disminuir el consumo en horas de punta. Los resultados fueron muy positivos en cuanto al ahorro y la respuesta de la población.

## 2.7 LECCIONES APRENDIDAS Y LINEAS DE POLITICA PARA LA REDUCCION DE LAS VULNERABILIDADES DEL SECTOR ELECTRICO

Los daños causados por el Fenómeno El Niño han dejado valiosas experiencias que están formando parte de consideraciones preventivas en el sector para afrontar situaciones similares y disminuir sus efectos. Por una parte, se han constatado fortalezas en el sector que permitieron afrontar el evento reduciendo los impactos o resolviéndolos en un corto plazo, las cuales deben ser objeto de apoyo:

■ Contar con una reserva suficiente de generación que permitió suplir la pérdida del 30% del Sistema Sur por la salida de la central Machu Picchu. Asimismo, disponer de sistemas interconectados, lo que permitió que el suministro en las zonas afectadas fuese cubierto con pequeñas restricciones.

■ Contar con experiencia en la reparación de líneas de transmisión, lo que permitió que los tiempos de reposición fuesen relativamente cortos y el restablecimiento del servicio se hiciese en lapsos reducidos.

■ Disponer de leyes de emergencia, con lo cual fue posible la agilización de acciones de adquisición de bienes y servicios para solucionar la falta de equipos y repuestos.

■ Contar con personal capacitado en tareas de emergencia.

Por otra parte, la identificación de las más importantes vulnerabilidades, entre ellas la falta de registros históricos en los sistemas para dimensionar los daños esperables, el conocimiento de las causas de impacto (principalmente para control y registro de desplazamiento de glaciares); la falta de protección de obras y la falta de reserva de gene-

ración para responder a las eventualidades, deben ser centro de la atención preventiva futura.

Dentro de este marco, se han propuesto varias líneas de política orientadas a un manejo preventivo del servicio, a saber:

**a) Políticas para mejorar el conocimiento sobre el impacto del fenómeno, las amenazas, las vulnerabilidades y los riesgos para el sector eléctrico**

■ Mejoramiento de los pronósticos meteorológicos al nivel de las diferentes cuencas que sirven de fuente de generación de energía eléctrica. Para ello, ampliar la red nacional de estaciones en las cuencas relacionadas con este servicio.

■ Actualizar los análisis de frecuencia de precipitación y de crecidas extremas en las zonas de interés para el servicio.

■ Fortalecer los sistemas de alerta temprana del sector del conocimiento climático, en lo que respecta al flujo de información requerido por el servicio eléctrico.

**b) Políticas para reducir las vulnerabilidades de las cuencas y glaciares**

■ Priorizar las cuencas con relevancia para el sector eléctrico y coordinar con las instituciones pertinentes, las acciones prioritarias para reducir las vulnerabilidades que estas presenten, de acuerdo a los lineamientos indicados en el capítulo II de este estudio.

■ Preparar planes de manejo integral en las cuencas que abastecen a las fuentes de generación.

■ Control y registro de los desplazamientos que sufren los glaciares mediante monitoreo continuo orientado a identificar fenómenos que puedan conducir a aluviones o represamientos.

**c) Políticas para manejo preventivo de ríos y lagunas**

■ Evaluación periódica de glaciares de la cuenca para evitar formación de pequeñas lagunas y que éstas saturen las morrenas de las faldas de los nevados.

■ Mejorar los sistemas de registro de caudales de los ríos y de sistemas de pronósticos del comportamiento esperado de los mismos (modernización de los sistemas de monitoreo, análisis y pronósticos).

■ Realizar obras de protección en las zonas donde se tienen afluentes de los nevados, para facilitar la desembocadura de avalanchas (huaycos) que puedan represarse.

■ Realizar obras de encauzamiento de ríos que alimenten centrales hidroeléctricas.

■ Limpieza de cauces de ríos cercanos a las centrales, eliminando materiales depositados para evitar posibles embalsamientos.

**d) Políticas para mejorar el manejo de amenazas físicas**

■ Realizar estudios de las amenazas climáticas que pueden afectar el servicio con localización geográfica de zonas de inundación o de formación de lagunas, de derrumbes, de deslizamientos, de riesgos, de aislamiento, desbordes de ríos, etc.

■ Realizar estudios de vulnerabilidades y riesgos de los sistemas eléctricos.

**e) Políticas para reducir la vulnerabilidad de las infraestructuras eléctricas**

■ Dotar de descarga de elementos de cierre automatizado a las centrales eléctricas hidráulicas para poder operar en tiempos bastante cortos y evitar que estas sean inundadas por mayores caudales.

■ Evitar la localización de líneas de transmisión muy cerca de las riberas de los ríos y mejorar ubicaciones de centrales con respecto al nivel del río.

■ Realizar obras de protección en las estructuras que tienen actualmente este tipo de localización.

■ Establecer políticas de mantenimiento permanente de las infraestructuras, principalmente de las obras de captación de aguas.

**f) Políticas para incrementar la capacidad de respuesta de los sistemas frente a amenazas de origen hidrometeorológico**

■ Contar con reserva de generación en diferentes localizaciones geográficas y en el sistema interconectado, que permita suplir las que se pierden por acciones de fenómenos naturales extraordinarios.

■ Prever reservas de combustible donde se utilicen centrales térmicas, previo a los pronósticos de ocurrencia del fenómeno en sitios retirados y con peligro de aislamiento.

■ Identificar y/o fortalecer vías alternativas de acceso a las instalaciones eléctricas, previo a la ocurrencia de los daños.

■ Asegurar disponibilidad suficiente y oportuna de maquinaria y equipos durante la contingencia, mediante el mantenimiento de un parque orientado a estas eventualidades.

■ Adecuar la operación de los embalses a las necesidades, fortaleciendo la capacidad de manejo de los mismos.

■ Mantener un registro de los fenómenos extraordinarios para contar con información que permita dimensionar posibles daños esperables.

### 3. TRANSPORTE

#### 3.1 EL TRANSPORTE TERRESTRE Y FERROVIARIO EN EL PERU

La red vial peruana, principalmente en su sector norte costero, sufrió fuertes afectaciones como consecuencia de los excesos de precipitación que estuvieron presentes durante la contingencia. Igual situación, pero en menor grado, se presentó en el transporte ferroviario. Los aeropuertos, puertos y las telecomunicaciones sufrieron solamente averías de tipo menor, cuya rehabilitación requirió poco tiempo y esfuerzo de parte de las autoridades respectivas.

La red de transporte que existe actualmente en el Perú es resultado de un proceso progresivo de integración e interconexión de un territorio muy difícil.

Como se ha visto en el Capítulo I, existen tres regiones naturales con diferencias climáticas, ecológicas y geográficas muy marcadas. Estas regiones son tres franjas longitudinales de distinto ancho orientadas de sureste a noreste, que han condicionado la estructura del sistema vial. La costa, debido a su topografía plana, es una franja desértica muy estrecha que ofrece las condiciones físicas más favorables para la vialidad terrestre, dado que es relativamente plana con colinas y faldas de los Andes que en algunos puntos llega hasta el mar. La sierra, por la configuración accidentada de la cadena montañosa de la Cordillera de los Andes, resulta un medio difícil y costoso para la construcción de carreteras así como para el mantenimiento de las mismas. A ello se adicionan sus extremas condiciones climáticas y la gran actividad geodinámica que las afecta. Finalmente, la selva, debido a su gran extensión y a que ha permanecido en su mayor parte sin habitar y con frondosa vegetación, tiene un desarrollo muy incipiente de la vialidad.

La relevancia de las carreteras desde el punto de vista nacional e internacional, es también diferente en estas tres zonas y define el grado de importancia que tuvieron las afectaciones del Fenómeno El Niño durante 1997-98 en cada una de ellas. En la década de los años sesenta se consiguió interconectar partes importantes del territorio, primeramente culminando la carretera Panamericana que recorre la costa de norte a sur, luego construyendo otras vías principales transversales, tales como: en la costa norte la que une con Cajamarca, en la costa central de Lima a Junín y posteriormente con extensión a Pasco y Huánuco;

y en el sur las vías que interconectan Nasca y Cuzco y otra entre Arequipa, Puno y Cuzco.

Actualmente, la red vial terrestre está constituida por tres tipos de rutas: las nacionales (33.000 km), que cruzan el territorio a nivel longitudinal y transversal; las departamentales (14.267 km), que unen capitales de provincia dentro de cada departamento; y las vecinales (46.909 km), que son ramificaciones de las anteriores que unen diversos pueblos o lugares dentro de cada departamento. En total, Perú cuenta con 78.034 km de carreteras de todo tipo, de las cuales 10.050 kms son asfaltadas, 18.535 km afirmadas; 13.848 km sin afirmar y 35.600 km corresponden a trochas.

Cuando en mayo de 1997 se anuncia la presencia del Fenómeno El Niño, la vialidad había sufrido un proceso de mejoramiento progresivo desde 1994-95, con la aplicación de un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo que se orientó a recuperar y asfaltar vías muy deterioradas como la carretera panamericana y otras transversales; se asfaltaron carreteras que estaban afirmadas y se ampliaron y afirmaron carreteras departamentales. Igualmente, se construyeron numerosos puentes y se mejoraron muchos de los existentes. Con base en ello, entre 1990-95, si bien no se produjo un gran incremento en la longitud vial, la calidad de las carreteras se vio ampliamente mejorada: las carreteras en buen estado subieron de 12% a 30%, las carreteras en regular estado apenas mejoraron ligeramente y las de mal estado bajaron de 44% a 23%. Sin embargo, a pesar de ello, una evaluación de las carreteras en la costa norte que se llevó a cabo durante 1997 para conocer la vulnerabilidad física de las mismas frente a lluvias intensas, escorrentías superficiales, activación de quebradas y crecidas extraordinarias de ríos, permitió constatar que éstas no estaban preparadas para soportar los efectos de un cambio climático de la naturaleza que se esperaba.

En lo que respecta a la red ferroviaria, el país cuenta con tres vías: el ferrocarril central que une el puerto de Callao con Lima, Huancayo y Huancavelica, el ferrocarril del sur que une el puerto de Matarani con Arequipa, Juliaca y Cuzco y otra de línea angosta que une Cuzco, Machu Picchu y Quillabamba en el sur oriente. Estas vías se construyeron el siglo XIX y en las últimas décadas no habían experimentado mejora, a pesar de ser estatales. Por el contrario, su administración estaba en una crisis económica muy profunda. Las afectaciones se produjeron en la vía del sur oriente.

El Cuadro V.3.1-1 muestra los cambios en la calidad de las carreteras entre 1990 y 1995. Dicho cuadro refleja también el nivel de afectación que se produjo en 1997 y 1998.

■ Mantener un registro de los fenómenos extraordinarios para contar con información que permita dimensionar posibles daños esperables.

### 3. TRANSPORTE

#### 3.1 EL TRANSPORTE TERRESTRE Y FERROVIARIO EN EL PERU

La red vial peruana, principalmente en su sector norte costero, sufrió fuertes afectaciones como consecuencia de los excesos de precipitación que estuvieron presentes durante la contingencia. Igual situación, pero en menor grado, se presentó en el transporte ferroviario. Los aeropuertos, puertos y las telecomunicaciones sufrieron solamente averías de tipo menor, cuya rehabilitación requirió poco tiempo y esfuerzo de parte de las autoridades respectivas.

La red de transporte que existe actualmente en el Perú es resultado de un proceso progresivo de integración e interconexión de un territorio muy difícil.

Como se ha visto en el Capítulo I, existen tres regiones naturales con diferencias climáticas, ecológicas y geográficas muy marcadas. Estas regiones son tres franjas longitudinales de distinto ancho orientadas de sureste a noreste, que han condicionado la estructura del sistema vial. La costa, debido a su topografía plana, es una franja desértica muy estrecha que ofrece las condiciones físicas más favorables para la vialidad terrestre, dado que es relativamente plana con colinas y faldas de los Andes que en algunos puntos llega hasta el mar. La sierra, por la configuración accidentada de la cadena montañosa de la Cordillera de los Andes, resulta un medio difícil y costoso para la construcción de carreteras así como para el mantenimiento de las mismas. A ello se adicionan sus extremas condiciones climáticas y la gran actividad geodinámica que las afecta. Finalmente, la selva, debido a su gran extensión y a que ha permanecido en su mayor parte sin habitar y con frondosa vegetación, tiene un desarrollo muy incipiente de la vialidad.

La relevancia de las carreteras desde el punto de vista nacional e internacional, es también diferente en estas tres zonas y define el grado de importancia que tuvieron las afectaciones del Fenómeno El Niño durante 1997-98 en cada una de ellas. En la década de los años sesenta se consiguió interconectar partes importantes del territorio, primeramente culminando la carretera Panamericana que recorre la costa de norte a sur, luego construyendo otras vías principales transversales, tales como: en la costa norte la que une con Cajamarca, en la costa central de Lima a Junín y posteriormente con extensión a Pasco y Huánuco;

y en el sur las vías que interconectan Nasca y Cuzco y otra entre Arequipa, Puno y Cuzco.

Actualmente, la red vial terrestre está constituida por tres tipos de rutas: las nacionales (33.000 km), que cruzan el territorio a nivel longitudinal y transversal; las departamentales (14.267 km), que unen capitales de provincia dentro de cada departamento; y las vecinales (46.909 km), que son ramificaciones de las anteriores que unen diversos pueblos o lugares dentro de cada departamento. En total, Perú cuenta con 78.034 km de carreteras de todo tipo, de las cuales 10.050 kms son asfaltadas, 18.535 km afirmadas; 13.848 km sin afirmar y 35.600 km corresponden a trochas.

Cuando en mayo de 1997 se anuncia la presencia del Fenómeno El Niño, la vialidad había sufrido un proceso de mejoramiento progresivo desde 1994-95, con la aplicación de un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo que se orientó a recuperar y asfaltar vías muy deterioradas como la carretera panamericana y otras transversales; se asfaltaron carreteras que estaban afirmadas y se ampliaron y afirmaron carreteras departamentales. Igualmente, se construyeron numerosos puentes y se mejoraron muchos de los existentes. Con base en ello, entre 1990-95, si bien no se produjo un gran incremento en la longitud vial, la calidad de las carreteras se vio ampliamente mejorada: las carreteras en buen estado subieron de 12% a 30%, las carreteras en regular estado apenas mejoraron ligeramente y las de mal estado bajaron de 44% a 23%. Sin embargo, a pesar de ello, una evaluación de las carreteras en la costa norte que se llevó a cabo durante 1997 para conocer la vulnerabilidad física de las mismas frente a lluvias intensas, escorrentías superficiales, activación de quebradas y crecidas extraordinarias de ríos, permitió constatar que éstas no estaban preparadas para soportar los efectos de un cambio climático de la naturaleza que se esperaba.

En lo que respecta a la red ferroviaria, el país cuenta con tres vías: el ferrocarril central que une el puerto de Callao con Lima, Huancayo y Huancavelica, el ferrocarril del sur que une el puerto de Matarani con Arequipa, Juliaca y Cuzco y otra de línea angosta que une Cuzco, Machu Picchu y Quillabamba en el sur oriente. Estas vías se construyeron el siglo XIX y en las últimas décadas no habían experimentado mejora, a pesar de ser estatales. Por el contrario, su administración estaba en una crisis económica muy profunda. Las afectaciones se produjeron en la vía del sur oriente.

El Cuadro V.3.1-1 muestra los cambios en la calidad de las carreteras entre 1990 y 1995. Dicho cuadro refleja también el nivel de afectación que se produjo en 1997 y 1998.



**Cuadro V.3.1-1 Perú. Estado de las carreteras, antes, durante y después del evento 1997-98**

<b>A: 1990</b>				
<b>RED NACIONAL</b>	<b>KM</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>
ASFALTADAS	5.740	1.394	1.985	2.361
AFIRMADAS	6.958	489	3.928	2.541
SIN AFIRMAR	2.994	0	992	2.002
TOTAL	15.692	1.883	6.905	6.904
PORCENTAJE	100%	12%	44%	44%
<b>A: 1995</b>				
<b>RED NACIONAL</b>	<b>KM</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>
ASFALTADAS	6.096	4.077	1.232	787
AFIRMADAS	6.843	925	4.687	1.231
SIN AFIRMAR	3.574	0	1.785	1.789
TOTAL	16.513	5.002	7.704	3.807
PORCENTAJE	100%	30%	47%	23%
<b>A: 1997</b>				
<b>RED NACIONAL</b>	<b>KM</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>
ASFALTADAS	7.499	5.929	1.217	353
AFIRMADAS	6.389	1.826	3.409	1.154
SIN AFIRMAR	2.850	0	1.459	1.391
TOTAL	16.738	7.755	6.085	2.898
PORCENTAJE	100%	46%	36%	17%
<b>A: 1998</b>				
<b>RED NACIONAL</b>	<b>KM</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>
ASFALTADAS	8.073,3	6.633,0	1.036,5	403,8
AFIRMADAS	5.708,0	955,0	3.532,0	1.221,0
SIN AFIRMAR	3.177,0	0,0	1.661,0	1.516,0
TOTAL	16.958,3	7.588,0	6.229,5	3.140,8
PORCENTAJE	100%	44,7%	36,7%	18,5%

Fuente. Ministerio de Obras Públicas.

A fines de 1998, habiendo terminado el período de afectación de El Niño, el porcentaje de carreteras en buen estado disminuyó en 1,3% respecto a 1997 y el de regular y mal estado se incrementó, aunque levemente. Se puede advertir que el mayor daño lo recibieron las carreteras afirmadas.

### **3.2 ENCADENAMIENTO DE EFECTOS SOBRE LA VIALIDAD Y EL TRANSPORTE**

Los daños producidos en las carreteras y puentes como consecuencia del Fenómeno El Niño, se deben a la in-

tensa actividad pluviométrica que se produjo entre 1997-98. Según se desprende de la Figura V.3.2-1, los excedentes pluviométricos desencadenaron una serie de amenazas para la vialidad, ocasionando impactos negativos sobre la infraestructura y produciendo afectaciones en diversos sectores y a la población. Si bien con anterioridad al desastre, y gracias a los oportunos pronósticos sobre el fenómeno, se habían realizado obras de canalización y protección de caminos y puentes, en muchos casos los caudales que realmente ocu-

rrieron superaron con creces los asumidos para el diseño de las obras de protección.

■ Las lluvias persistentes y de gran magnitud, al provocar el incremento extraordinario de los caudales de los ríos y sobrepasar la capacidad hidráulica de los puentes, produjeron un socavamiento de los cimientos de éstos últimos y, en consecuencia, el colapso de muchos de ellos.

■ Los desbordes e inundaciones sobre las carreteras generadas por las crecidas, favorecieron el deterioro y destrucción total de tramos de carreteras y puentes, la ruptura de los alcantarillados y de otras obras de drenaje, la carpeta asfáltica, etc., principalmente en la costa.

■ Las avalanchas de lodo (huaycos), debidas principalmente a la activación de quebradas, así como los deslizamientos, sobre todo en conexiones viales de la costa con el sector de la sierra, interrumpieron numerosas vías y en muchos casos produjeron cortes de gran magnitud, al destruirse las bases y estructuras de las carreteras. Entre los más significativos “huaycos” que afectaron la vialidad pueden citarse los que cortaron la carretera Tumbes-Piura por varias semanas, y los que cortaron el puente Simón Rodríguez del eje Paíta-Talara.

Todo lo anterior produjo la interrupción del tráfico vehicular en las zonas donde la vialidad fue afectada, lo que dificultó o impidió el tránsito de personas y de carga, mientras se ejecutaron acciones para restablecer el paso mediante obras de rehabilitación o reparación de carácter temporal. Como consecuencia de ello se produjeron mayores costos en el transporte de carga y de personas, la supresión de viajes, e incluso la pérdida de algunas cosechas –de consumo interno y de exportación, como se verá mas adelante– que quedaron aisladas sin posibilidad de movilización hacia los mercados. Es importante destacar el efecto no cuantificado de la afectación que tuvo sobre el tráfico internacional y nacional la suspensión de paso en varios tramos de la panamericana, debido a su afectación en más de 40 puntos de su trayectoria.

### **3.3 FOCALIZACION DE LAS AFECTACIONES CAUSADAS POR EL FENOMENO EL NIÑO**

Según se ha indicado anteriormente, las mayores afectaciones de la red vial se han producido en la costa norte, al iniciarse el período de lluvias desde diciembre de 1997 hasta fines de abril de 1998.

En la segunda quincena del mes de diciembre, la Ca-

rretera Panamericana Norte, en el departamento de Tumbes, comenzó a ser afectada por la activación de quebradas que la cruzan. Para ese momento, los cortes de la vía eran reparables; sin embargo, a fines de enero se produjeron daños sumamente severos en tramos muy amplios que impidieron la circulación entre Tumbes y Piura durante un lapso de tres meses. Esta situación obligó a establecer un servicio especial de vuelos de aviones entre ambas ciudades.

El Cuadro V.3.3-1 (página 38) muestra los daños de la Carretera Panamericana Norte a lo largo de su recorrido y el impacto que recibió la vía y sus puentes por la crecida de ríos y quebradas así como por deslizamientos de los cerros.

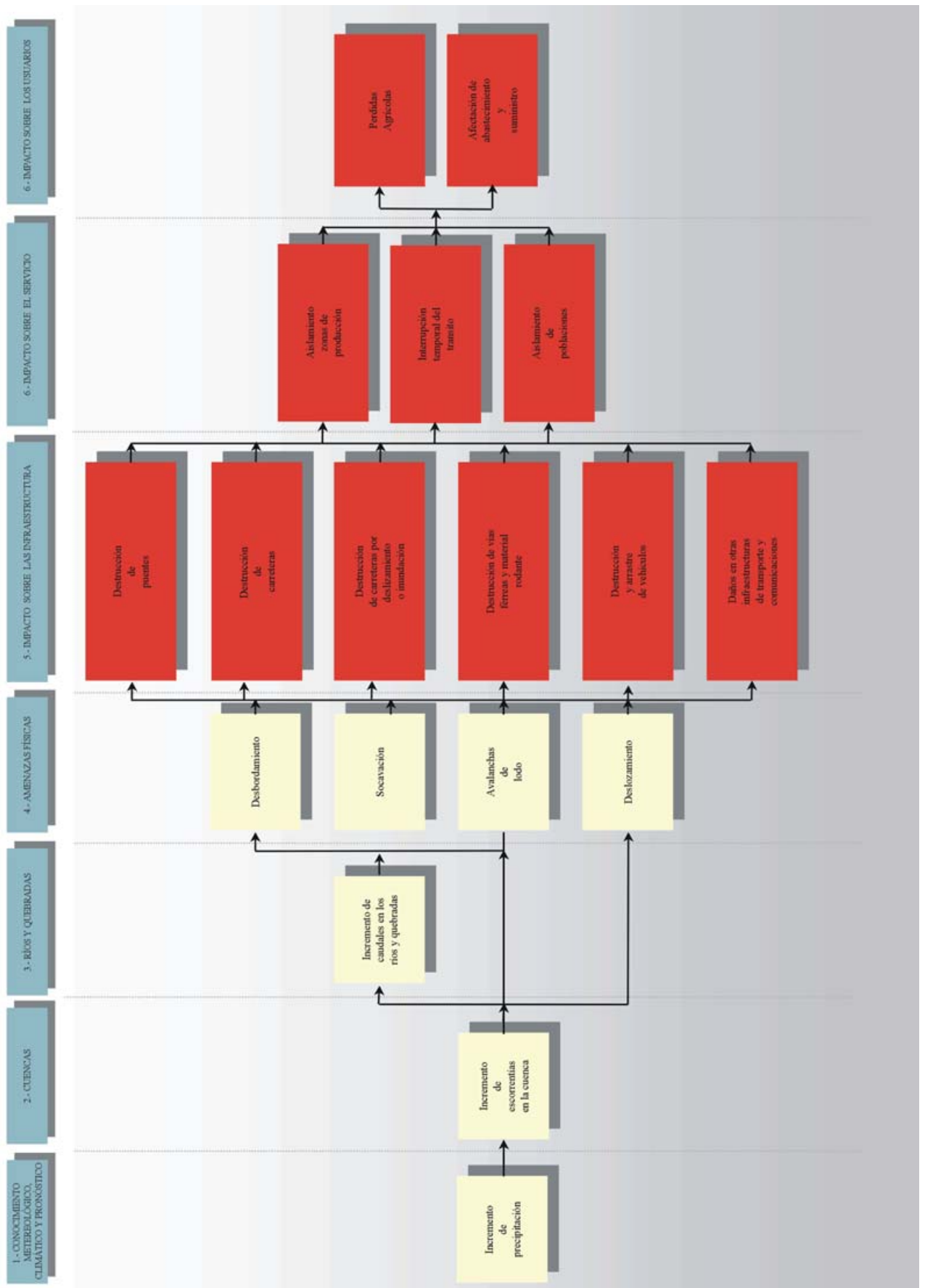
A mediados de febrero se cerró el tránsito entre Piura y Lambayeque debido a cortes muy extensos de la Carretera Panamericana en la zona de Mórrope, por efecto del cruce del río La Leche que incrementó su caudal y lo mantuvo alto durante varias semanas. Este río no tiene un cauce definido y normalmente vierte sus aguas en el desierto (de allí su nombre). Durante el fenómeno de El Niño 1997-98 extendió su recorrido, llegando a cruzar la mencionada carretera y ocasionando la destrucción de varios kilómetros de la misma. A raíz de esto, durante unas semanas el tránsito tuvo que desviarse por la vía Motupe-Chulucanas-Piura, pero debido al colapso de uno de los puentes, también se vio cortada esta comunicación.

En la misma carretera panamericana, entre los meses de febrero y marzo se presentaron problemas hacia su parte sur, por la caída de los puentes Reque en Lambayeque y Huambacho en el río Nepeña, departamento de Ancash.

Otras vías que también fueron cortadas y afectaron fuertemente el flujo de personas y mercancías entre la costa y la sierra fueron: la vía Piura-Chulucanas; Huancabamba por la caída del puente Carrasquillo y la carretera Trujillo-Tembladera-Contumazá debido a cortes en la vía.

Las carreteras y puentes que sufrieron daños más importantes se presentan en el Cuadro V.3.3-2 (página 99). La Figura V.3.3-1 (página 101) muestra las emergencias viales entre enero y abril de 1998, relacionados con el tipo de amenazas predominante. Por su parte, la Figura V.3.3-2 (página 102) muestra el trazado vial que fue afectado en todo el país con indicación de la calidad de la rehabilitación necesaria, destacando dentro de éste dos zonas: aquella afectada por los eventos climáticos, estén o no asociados al Fenómeno El Niño y la zona cuyos daños pueden relacionarse con ese evento por encontrarse dentro del área sujeta a esos impactos.

Figura V.3.2-1 Perú. Encadenamiento de efectos del Fenómeno El Niño sobre el sector vialidad y transporte



**Cuadro V.3.3-1 Perú. Daños causados por el Fenómeno El Niño en la Carretera Panamericana y otras  
(al 12 de marzo de 1998)**

Tramo carretero	Localización del daño	Tipo de impacto
<b>Carretera Panamericana</b>		
Piura-Sullana	Km 991	Quebrada las Monjas. Alcantarillas y puentes destruidos. Tránsito por vía alterna.
Sullana-Talara	Km 1034-35	Pista destruida en un 80%, pase de vehículos por una sola vía.
	Km 1039	Ventarrones. Puente destruido, paso restringido por la creciente del agua y trabajos de habilitación de pista
	Km 1042	Capa asfáltica destruida totalmente. Circulación por trocha carrozable.
	Km 1043	En Ignacio Escudero se cortó el paso a la altura del puente El Mocho. Alcantarilla destruida, tránsito restringido.
	Km 1044	Cruce Amotape-Tamarindo. Pista destruida, circulación restringida por una sola vía.
	Km 1048	Capa asfáltica destruida en un 100%. Pase por carretera carrozable alterna.
	Km 1052	Pista destruida en un 100%
	Km 1053	Daños en la pista. Habilitada trocha carrozable.
	Km 1060	Pista destruida en 700 metros y daño de alcantarillas. Pase sólo de vehículos mayores y por una sola vía. En la quebrada Pasamayito la capa asfáltica y alcantarillas fueron destruidas en 100 metros aproximadamente y se recortó el paso vehicular.
	Km 1064	Capa asfáltica destruida en 600 metros y el tránsito fue restringido.
	Km 1067	Erosiones en ambos lados de la pista.
	Km 1073	70% de pista destruida.
	Km 1075	Vía destruida en 300 metros.
	Km 1076	Erosión total de la pista en 80 metros aproximadamente.
	Km 1077-78	Vía deteriorada.
	Km 1084	Quebrada Débora. Tránsito cerrado o restringido sólo a vehículos de doble tracción por erosión de la capa asfáltica.
	Km 1098	Puente Pariñas. Trabajos de reforzamiento del puente.
	Km 1147	Pista destruida. Tránsito por una vía.
	Km 1169	Puentes Carrillo y Fernández. Tránsito restringido a una sola vía. MTC realizó trabajos de reforzamiento del puente. En el puente San Eduardo, la quebrada Colera erosionó parte de su estructura y el tránsito fue restringido.
	Km 1172	Alcantarillas destruidas. Tránsito restringido a una vía en el Km 1178.
	Km 1173, 1178, 1191, 1198	Capa asfáltica destruida.
	Km 1201	Puente Canoas, zona adyacente sur, cinco metros de erosión, sin embargo el tránsito fue normal.
	Km 1205	Puente Plateritos. Tránsito restringido.
	Km 1211	Alcantarilla semi-rotas y tránsito restringido. En el puente Avejal cuatro metros de capa asfáltica destruida.
	Km 1217	Badén hundido en límite norte. En los puentes Palo Santo y Huarara tránsito restringido.
	Km 1232	Puente Bocapán-Bocapán-Zorritos. Tránsito de vehículos cortado. Puente arrasado en un 50%. Fue necesaria instalación de puente Bailey.
	Km 1241	En puente Tucillal, el tránsito fue restringido.
	Km 1242	Mal Paso-Caleta Grau-Zorritos. Tránsito al Km 1247 restringido por deslizamiento de cerro, arena y tierra inestable.
	Km 1247	Corte del paso por la caída de un alud de arena.
	Km 1254	Los Cedros fue cubierto de lodo y el tránsito fue restringido. En la Jota, lodo y tránsito por un carril.
	Km 1258	Quebrada San Isidro. Vía cubierta de lodo y parte de ella destruida. Tránsito restringido.
	Km 1262	Pampa-La Gallina. Paso restringido, vía erosionada y con cangrejas.
	Km 1264	Cangrejas en ambas márgenes de la pista al Km 1267.
	Km 1271	Puente Héroe del Cenepa. Restringido.
Tumbes-Aguas Verdes	Km 1283	Quebrada Grande. Tránsito cortado por rotura y hundimiento del puente.
	Km 1292	Quebrada Seca. Tránsito vehicular restringido. En el puente Piedritas, el tránsito fue cortado.
	Km 1293	En puente Bolsico, construcción de puente Bailey.
Piura-Morropón-Olmos		El día 11 de marzo, el puente Carrasquillo cayó ante la fuerza de las aguas, quedando aislados Morropón, Santo Domingo, Chalaco, Pacaipampa. Se instaló un puente Bailey.
	Km 160-189	Tramo más afectado por cangrejas, tránsito normal, pero con precaución debido a lo erosionado de la vía.
	Km 200	Carretera destruida. Tránsito cortado a la altura de Querpón-Olmos.
Sullana-Macara		Tránsito con limitaciones por el derrumbe de cerros y cangrejas en la vía Sullana-Tambogrande. Las Lomas-Suyo derrumbe de cerros y rocas en las pistas. Tránsito con cuidado.
Piura-Paita		Vía en perfecto estado sin daño a lo largo de sus 55 km Paita-Sullana, la quebrada Nómara destruyó la pista, tránsito por vía alterna. La capa asfáltica fue destruida en 200 metros aproximadamente.
Piura-Sechura		Vía cortada por los pobladores del distrito de La Unión. Tránsito por vía alterna. En el puente Independencia se realizaron trabajos de reforzamiento en la parte central y el tránsito fue restringido. En la carretera Panamericana Norte-Bayóvar, la capa asfáltica fue destruida e inundada en 15 metros aproximadamente por acción de las aguas del río Piura. El tránsito vehicular requirió ser cortado.

Fuente: Información proporcionada al COER. Región Grau, por la policía de carreteras. Prensa regional.

**Cuadro V.3.3-2 Perú. Impacto sobre la red vial en los departamentos y cuencas afectadas por el Fenómeno El Niño 1997-98**

Departamento	Cuencas	Tipo de afectaciones	Localización de afectaciones
TUMBES	Río Zarumilla	Rotura y hundimiento de puente	Quebrada Grande CP
		Colapso de puente	Puente Bolsico CP
		Erosión de las bases	Puente Piedritas CP
	Río Tumbes	Anegamiento y erosión de vías	Carreteras vecinales
	Río Bocapán	Colapso de puente	Puente Bocapán CP
	Zorritos	Erosión de puente	Puente Héroes del Cenepa, Km 1271 CP
		Pista semi-destruida por lodo	Quebrada San Isidro, Km 1256 CP
		Deslizamientos de arena y lodo en varios tramos	CP Km 1242-1254
		Erosión de puente	Pontón Huacura CP Km 1223
		Erosión de puente	Pontón Cancas CP Km 1201
		Erosión de puente	Pontón El Anma CP Km 1298
		Destrucción de pista en varios tramos	Punta Mero, Puente El Rubio, Acapulco CP Km 1175-1190
		Talara	Destrucción de pista en 10 tramos
	Alcantarilla destruida		Quebrada Pasamayito CP Km 1060
	Erosión de pista y puente		Puente Quebrada Devora CP Km 1034
	Erosión de puentes		Puentes Pariñas I y II CP Km 1098
	Erosión de puentes		Puentes Carrillo y Fernández Quebrada Cólera y San Eduardo CP Km 1169
	Erosión de bases de puente		Puente Taboada-La Brea
	Erosión de carretera		Negritos-Talara
	Caída de taludes en carretera		Los Organos-Talara
	Erosión de bases de puente		Puente Piura-Talara
	Sullana	Pista destruida	CP Km 1034-1035
		Puente destruido	CP Km 1039
		Pista destruida y puente erosionado	CP Km 1042
		Alcantarilla destruida	Puente El Mocho CP Km 1043
		Colapso de alcantarilla	Quebrada Pichichaco CP Km 1047
		Derrumbes y cangrejas en pista	Sullana-Tambogrande
		Erosión de carretera	Ignacio Escudero-Tamarindo
		Erosión y colmatación	Sullana-Cansas varios pontones
	Paita	Erosión y cangrejas en pista	Piura-Paita
		Erosión y cangrejas en pista	Cruce Paita-Sullana-Pueblo Nuevo de Colán
		Erosión de carretera	El Arenal-Cruce Pueblo Nuevo de Colán
		Carretera erosionada	Paita-La Islilla
Sechura	Erosión de vía	Piura-Sechura	
PIURA	Río Chira	Destrucción de pista	Quebrada Nómara
		Erosión de carretera	Sullana-Tambogrande
		Erosión, caída de taludes y bloqueos	Tambogrande-Puente Mácara
		Erosión de carretera	Marcavelica Santa Sofía
		Erosión y cortes de la vía	Desvío Sajinos-Ayabaca
	Erosión de carretera	Sullana-Chilaco	
	Río Piura	Alcantarillas y puentes destruidos	Quebrada Las Monjas CP
		Erosión de base de puente	Puente Independencia
		Colapso de puente	Puente Carrasquillo
		Carretera destruida en varios tramos	Piura-Morropón
		Carretera erosionada y anegada	Piura-La Arena-Sullana
		Caída de plataforma, erosión	Tambogrande-Chulucanas
		Erosión de carretera	Carrasquillo-Morropón
		Caída de taludes, derrumbes, erosión	Morropón-Huancabamba
		Caída de taludes, erosión de carretera	Chulucanas-Frías
		Colapso de puentes	Puente Jilli y Timbes (Ayabaca)
		Colapso de puente en ciudad de Piura	Puente Simón Rodríguez
		Colapso de puente en ciudad de Piura	Puente Bolognesi
		Colapso de puente en ciudad de Piura	Puente San Miguel de Piura
		Colapso por erosión de puente	Puente Sojo
Cortes, bloqueos y erosión		Morropón-Cascajal-Motupe	
Colapso por erosión de puente	Puente Salitral		
LAMBAYEQUE	Río Cascajal	Erosión de puente	Puente Cascajal

**Cuadro V.3.3-2 Perú. Impacto sobre la red vial en los departamentos y cuencas afectadas por el Fenómeno El Niño 1997-98 (continuación)**

Departamento	Cuencas	Tipo de afectaciones	Localización de afectaciones
LAMBAYEQUE	Río Motupe-La Leche	Erosión y colapso	Puente Motupe
		Erosión de puente	Puente Zurita
		Erosión de puente	Puente Morrope
		Erosión de puente	Puente Salas
		Erosión de puente	Puente Anchovira
		Erosión de puente	Alcantarillas Motupe I, II y otras
		Colmatación y erosión	Puente Vilela
	Chancay-Lambayeque	Carretera erosionada	Chiclayo-Puente Chumbill
		Carretera erosionada	Pomalca-Sipán
		Carretera erosionada	Chiclayo-Ferreñafe
		Erosión y bloqueos en la vía	Ferreñafe-Incahuasi
		Colapso de puente	Puente Reque CP
	Río Zaña	Erosión de puente	Puente Virú CP
Erosión de taludes		Cayaltí-Oyotún	
LA LIBERTAD	Río Jequetepeque	Erosión de carretera, caída de taludes, caída de huaycos, corte de vía	Pacasmayo-Tembladera
	Río Chicama	Erosión de carreteras	Chocope-Ascope-otros pueblos
	Río Moche	Erosión de carretera	Otuzco-Quiruvilca
		Erosión de carretera	Otuzco-Usquín
Río Virú	Erosión de carretera	Saraque-Huascapongo-Uringambal	
ANCASH	Río Santa	Erosión de carretera	Santa-Huallanca
	Río Lacramarca	Erosión de carreteras	Carreteras vecinales de Chimbote
	Río Nepeña	Erosión de carretera. Caída de puentes	Nepeña-Jimbe-Pamparomas
		Colapso de puente	Puente Huambacho
	Río Casma	Erosión y caída de taludes carretera	Yaután-Pariacoto-Pira
	Río Culebras	Erosión de carretera	Culebras-Huanchay-Pampas
Río Huarmey	Erosión y caída de taludes carretera	Carretera Malvas-Aija	
LIMA	Río Pativilca	Caída de taludes y erosión de la vía	Carretera Pativilca-Cochas-Gorgor
		Erosión de taludes	Pativilca-Chasquitambo-Catac
	Río Huaura	Caída de taludes y huaycos	Carretera Supe-Pifíca-Ambar
	Río Chancay	Caída de taludes de plataforma, erosión, caída de huaycos	Sayán-Churín-Oyón y otras vías vecinales
	Río Chillón	Carretera erosionada, caída de taludes, erosión de plataforma	Yangas-Canta y otras vías rurales
	Río Rimac	Carretera bloqueada por caída de huaycos, caída de taludes, erosión de pista	Carretera Central: Quebrada Viso, San Mateo-Chicla
	Río Lurín	Carretera erosionada, corte en tramos, bloqueo por huaycos, erosión de taludes	Cieneguilla-Antioquia-Langa-Quinte
	Río Mala	Erosión de carretera, caída de taludes	Calango-Minay
	Río Cañete	Erosión de vía, caída de taludes	Lunahuaná-Yauyos-Huantan-Laraos
ICA	Río Topará	Erosión de carretera	Chincha-San Juan de Yanac
	Río Chincha	Erosión de bases de puente	Puente Cruz Verde-Tambo de Mora
		Erosión y caída de taludes	San Clemente-Castrovirreyna
	Río Pisco	Caída de taludes, erosión de vías	Pisco-Humay-Huancaro
	Río Ica	Caída de huaycos, cortes de vía en varios tramos	Ica-Los Molinos-Trapiche
		Caída de taludes, cortes en la vía, bloqueo, erosión	Ica-Aquijes-Pampahuasi-Santiago
	Río Grande	Caída de taludes, erosión	Huac Huas-Llauta-Palpa
Caída de taludes, erosión, bloqueos		Palpa-Ocaña-Laramate	
Destrucción de vía en varios tramos		Changuillo-Coyungo	
Bloqueo de vía en ciertos tramos	CP Pampas de Nazca		
CAJAMARCA	Río Jequetepeque	Caída de taludes, bloqueo y cortes	Chilete-Contumazá-Cascas (vía a Ascope)
	Río Jequetepeque	Bloqueo por caída de taludes y de huaycos, erosión de plataforma y cortes en la vía	Tembladera-Chilete-Cajamarca
	Río Chancay-Lambayeque	Caída de taludes, bloqueos, erosión de plataforma.	Chongoyape-Llamas-Santa Cruz (vía hacia Chiclayo)
	Río La Leche-Río Chamaya	Erosión de vía, derrumbes.	Jaén-Ocalli
	Río Chinchipe	Erosión de vía, caída de taludes	Jaén-San Ignacio
AMAZONAS	Río Alto Maraón	Erosión, bloqueos, cortes por caída de huaycos	Mesones Muro-Jaén
SAN MARTIN	Alto Mayo	Erosión, caída de taludes y plataforma, bloqueos por huaycos, anegamiento de carretera	Tarapoto-Moyobamba
CUZCO	Vilcanota	Destrucción total de carretera	Santa Teresa-Quillabamba 30 kms
		Arrasamiento y desaparición de vía férrea, plataforma y puentes	Central Hidroeléctrica Machu Picchu-Quillabamba (70 km), Km 122-192
	Río Yavero-Río Alto Madre de Dios	Caída de taludes, erosión, bloqueo por huaycos y cortes de la vía en varios tramos	Carretera Cuzco-Quincemil

Figura V.3.3-1 Perú. Emergencia vial entre enero y abril de 1998



Figura V.3.3-2 Perú. Carreteras afectadas por el Fenómeno El Niño 1997-98





### 3.4 LOS COSTOS ASOCIADOS A LOS DAÑOS

Se estima que el costo total de rehabilitación y reconstrucción de la infraestructura caminera total del país –incluyendo la red principal, la secundaria y los caminos vecinales, todo ello con sus puentes– alcanza cifras de 1.920 millones de nuevos soles, o 686 millones de dólares. De ello, 1.602 millones corresponden a la infraestructura misma del sector, en tanto que 318 millones

adicionales representan el mayor costo en que habrá de incurrirse para el transporte de carga y personas, debido al mayor tiempo requerido para transitar por los caminos en mal estado. Cabe señalar que, debido a que se requiere importar equipo, maquinaria y materiales para la rehabilitación y la reconstrucción que no se producen en el país, se generará un efecto negativo importante en el sector externo nacional (248 millones de dólares). (Véase el Cuadro V.3.4-1).

**Cuadro V.3.4-1 Perú. Daños en el sector de transporte por efecto del Fenómeno El Niño 1997-98**

Miles de nuevos soles				
Tipo de daño o efecto	Daños totales	Daños directos	Daños indirectos	Efecto sobre balanza de pagos
<b>Total nacional</b>	<b>2.008.637</b>	<b>1.690.697</b>	<b>317.940</b>	<b>754.411</b>
Transporte carretero	1.919.722	1.601.782	317.940	693.994
Rehabilitación	292.882	292.882	---	---
- carreteras asfaltadas (1.944 km)	160.040	160.040	---	---
- puentes (12)	75.494	75.494	---	---
- caminos secundarios (931 km)	42.865	42.865	---	---
- caminos vecinales (14.483 km)	14.483	14.483	---	---
Reconstrucción	1.626.840	1.308.900	317.940	60.417
- carretera asfaltada (2.073 km)	913.320	760.380	152.940	---
- puentes (35)	168.800	408.960	137.760	---
- caminos varios (18.891 km)	546.720	139.560	27.240	---
Transporte ferroviario	88.915	88.915	---	251.5

Fuente: Estimaciones CEPAL - CAF sobre la base de cifras oficiales

El sistema de transporte ferroviario también se vio afectado al cortarse las vías y dañarse o destruirse una parte del material rodante, a pesar de que también se habían realizado algunas obras de protección en la etapa de prevención. Los daños se concentraron en la vía que une a Cusco con Quillabamba, donde ocurrieron daños como producto de la caída de 4 aluviones en el valle de Vilcanota que arrasaron la línea férrea en un tramo de 57 km, varios puentes (entre ellos el puente Huambacho en el valle de Nepeña) y la misma plataforma de la vía.

Se estima que el monto total de los daños a este subsector alcanza cifras de 89 millones de nuevos soles, o 31,8 millones de dólares. No se ha estimado daño indirecto debido al bajo volumen de tráfico que se mueve normalmente por el ferrocarril.

### 3.5 VULNERABILIDADES DE LA RED DE TRANSPORTE FRENTE A LAS VARIACIONES CLIMATICAS

Diferentes eslabones de la cadena de efectos sobre la vialidad y transporte muestran vulnerabilidades que contribuyen a la generación de daños en ese sector.

#### Vulnerabilidad en el conocimiento climático y en el comportamiento hidráulico de las cuencas

La escasa capacidad actual de predicción climática de los efectos de El Niño sobre la precipitación al nivel de las diferen-

tes zonas geográficas de Perú y de la relación de estas variables con la escorrentía y con el caudal de los ríos y quebradas expresadas en forma cuantificable, constituyen vulnerabilidades para el sector transporte, al limitar la capacidad de respuesta para diseños adecuados y para tomar acciones de prevención que permitan mitigar los impactos de este fenómeno meteorológico. Un aspecto importante de este tipo de vulnerabilidades es la limitación que tiene el sector transporte para recibir y dar los avisos relacionados con las predicciones de ocurrencia de posibles afectaciones. El sector transporte y vialidad no dispone de sistemas de previsión hidrológica, con lo cual resulta imposible prevenir y mitigar los daños ocasionados por eventos extremos.

Sin embargo, la capacidad de pronóstico que ofrece el desarrollo científico mundial respecto al Fenómeno El Niño, y los avances, aunque limitados, del conocimiento de la relación con la precipitación al nivel de Perú, permiten contar con una base para direccionar políticas de limpieza de cauces y alcantarillados, definir parámetros de diseño, etc., orientados a reducir los daños en el sector.

#### Vulnerabilidad de las cuencas hidrográficas

Se ha señalado anteriormente, cómo la configuración de las cuencas, la geología de las mismas (facilitando la producción de avalanchas o deslizamientos) y el grado de intervención que se ha hecho en ellas, propician el nivel de los daños que

recibe la vialidad frente a los fenómenos climáticos, principalmente por los incrementos de precipitación. A estas vulnerabilidades debe adicionarse la propia influencia que ha tenido la vialidad en la problemática que se genera en muchas zonas, debido a la poca consideración que se ha hecho en el diseño y en la localización de las vías, sobre los efectos que éstas podrían generar en el corte de los flujos naturales de escorrentía, cuando no se diseñan adecuadamente los sistemas de drenaje, o sobre los derrumbes propiciados por los cortes del terreno. Esto se constata en la Carretera Panamericana que corre de sur a norte en forma transversal a los flujos que bajan de las laderas de la cordillera con rumbo este-oeste. De manera similar ocurre en las carreteras que van de la costa a la sierra que siguen un trazo paralelo al río y van atravesando quebradas y torrentes que confluyen a éste, caso de la vía Chepén-Contumazá, Chiclayo-Motupe-Olmos, Piura-Chulucanas-Huancabamba y más al sur, caso de las Cuencas de Huaura, Chancay y Chillón.

Es evidente que las enormes precipitaciones que se presentaron en la parte norte costera del país y la relación que éstas tuvieron sobre daños importantes que se presentaron en vías de diferente nivel de jerarquía, sobrepasaron la casi totalidad de la capacidad instalada de los sistemas de drenaje viales, cuando estos estuvieron presentes. En otros casos, los inadecuados diseños o la ausencia de éstos, limitaron la capacidad de evacuación de las aguas generando daños en la base de la carpeta vial debido a la inmersión durante períodos relativamente largos. Igual consideración puede hacerse respecto a los puentes, algunos de los cuales constituyeron barreras para el paso del agua debido a su baja capacidad de diseño.

La construcción de las propias vías ha acentuado los procesos de socavación natural de las cuencas y la erosión, tanto al incrementar los escurrimientos por reducción de la infiltración, como al concentrar dichos escurrimientos por intersección de flujos y cambios de pendientes y por remoción de la capa superficial. De esta forma puede afirmarse que la vialidad constituye uno de los elementos que contribuyen a incrementar los problemas de inundación y de socavación que se presentan en las cuencas durante los eventos y que muchas de sus afectaciones derivan del efecto que las carreteras tienen sobre la exacerbación de las amenazas. Lo anterior magnifica la importancia que tiene la inexistencia de una visión global de la planificación de las redes en la costa peruana, que visualice a la vialidad y al transporte no sólo como redes de servicios que se ven afectas, sino también como factores determinantes en la problemática de las escorrentías de las diferentes cuencas que son atravesadas por las líneas de comunicación terrestre.

### **Vulnerabilidad del servicio de vialidad y transporte terrestre (camino y red ferroviaria) para el manejo de las amenazas**

Al igual que en el caso de otros sectores, la vialidad y trans-

porte no cuenta en Perú con análisis de vulnerabilidad ni con estudios de riesgos, que tomen en cuenta las diferentes amenazas ya conocidas o previsibles que generan afectaciones sobre ese servicio, lo que hace que las obras existentes estén sujetas a daños de significación ante eventos como El Niño 1997-98. En Perú se han elaborado planos de localización de las principales amenazas físicas que afectan al país para el evento El Niño 1982-83 y al mapa correspondiente se han adicionado aquellas que se han producido en eventos posteriores, lo cual constituye un punto de partida para fortalecer este tipo de análisis y completar las correspondientes a inundaciones, relacionadas con todos los Niños para los cuales pueda disponerse de esta información. Deberán completarse también las zonas de peligros de avalanchas por deshielos y de otras amenazas relacionadas con este evento climático.

### **Vulnerabilidad de las infraestructuras viales y de transporte**

De acuerdo a lo que se ha venido señalando, las infraestructuras de transporte terrestre presentan una serie de vulnerabilidades, siendo las más importantes:

- La alta exposición de las obras a las amenazas relacionadas con este tipo de evento. Muchas vías se han construido paralelas a los cauces de los ríos y muy cercanas a éstos, sin ninguna protección frente a las crecidas. Ello ha sido causa de socavaciones y de la pérdida de tramos importantes de carretera. Otras, como los puentes, han debido soportar impactos de crecidas muy superiores a sus capacidades, generando los mismos efectos de socavación y/o deslizamientos antes señalados. Muchos de estos puentes han sido localizados en sitios estrechos de los cauces de ríos, lo que se convierte durante los eventos en cuellos de botella para el libre flujo de los ríos. La mayoría de las carreteras que se emplazan de norte a sur en el sector litoral, además de estar cruzadas por numerosos ríos y quebradas, están expuestas también a las escorrentías superficiales de los excedentes de lluvias, pero sus diseños son inadecuados o insuficientes para permitir el drenaje de los flujos.

- En particular, los diseños de las obras no se adecuan a los niveles de escorrentía generados por el fenómeno climático El Niño. Dada la frecuencia con el que éste tiende a presentarse, y los estragos que ocasiona a la vialidad durante eventos extremos, esta limitación constituye una fuerte vulnerabilidad del servicio. Se ha considerado hasta el presente, incluso después de haber ocurrido El Niño 1982-83, que los criterios hidráulicos empleados para establecer las normas de diseño de caminos, puentes y obras conexas de drenaje, hacían económicamente justificables a las infraestructuras, considerando máximos de precipitaciones y caudales ocurridos con 25-50 años de retorno, sin considerar situaciones excepcionales como las de 1982-83. La recurrencia de un fenómeno extraordinario como el de 1997-98, sólo 15 años

después, con la evidencia de que dichas obras han resultado inadecuadas para evacuar los excedentes hídricos y han sufrido destrucción, han planteado un cambio de visión, en la cual se considera fundamental incorporar esos datos dentro de los parámetros de diseño.

■ El estado de las vías también constituye una vulnerabilidad de este sector. Se ha mencionado el importante esfuerzo que se hizo a nivel del país entre 1994-95 para recuperar y mejorar las condiciones de la vialidad nacional. De un 44% de vías en mal estado que existían en 1990 se pasó a un 23% en 1995, mientras que se superaron ampliamente las vías en buenas condiciones (de apenas un 12% en 1990 se pasó a un 30% en 1995). Sin embargo, considerando las vías en regular y en mal estado, el evento se presenta bajo una situación en la que el 70% de la vialidad se encontraba entre ese rango de calificación (47% en regular estado y 23% en mal estado), incluyendo en ellas la totalidad de las vías sin afirmar y casi todas las vías afirmadas. Lo anterior es indicativo de que todavía existe una falta importante de mantenimiento preventivo en las obras civiles del sector y conduce a la necesidad de reforzar la política de mantenimiento vial. Conscientes de esa situación, muchas de las medidas que se implementaron durante la fase preventiva del episodio El Niño 1997-98, se orientaron a limpieza y protección de las obras, así como al mantenimiento de muchas de ellas, lo que sin duda, debe haber reducido la afectación que cabría esperar de un evento de esa magnitud.

### **Vulnerabilidad de las infraestructuras para dar respuesta a las contingencias**

■ Se ha identificado como una vulnerabilidad del sector vialidad y transporte, la poca disponibilidad de vías o medios internos de transporte que permitan el acceso a ciertas zonas una vez ocurrida la interrupción del tráfico de carga y de personas por espacio de largos períodos, debido a la destrucción o daño de alguna vía de comunicación. Ello se hace muy grave en los sectores de la sierra, muchos de los cuales quedan virtualmente incomunicados al afectarse los accesos en las cuencas bajas.

■ También ha sido destacada la insuficiencia de los equipos y maquinarias que se utilizan durante la contingencia para las reparaciones de las vías, lo cual retrasa la vuelta a la normalidad de las conexiones, siendo ello mas grave en el caso de las vías internacionales por los efectos negativos que ello genera.

## **3.6 LA RESPUESTA DEL SECTOR TRANSPORTE Y LAS ACCIONES TOMADAS PARA ENFRENTAR EL FENOMENO EL NIÑO**

Al igual que en los otros sectores, la respuesta institucional fue cubierta en tres etapas, mediante la ejecución de acciones orientadas a cada una de ellas.

### **a) Acciones físicas preventivas**

En el marco de la política de gestión del fenómeno El Niño 1997-98 que se implementó en el país, la vialidad recibió los beneficios de una serie de acciones llevadas a cabo por diversas instituciones, las cuales contribuyeron a reducir las vulnerabilidades en varios eslabones de efectos que se encadenan a la vialidad, a saber:

#### **Obras de encauzamiento y de protección**

Muchas obras de prevención estuvieron orientadas al encauzamiento de los ríos, reforzamiento y construcción de muros de contención y otros para mitigar el impacto de la actividad pluviométrica sobre las carreteras y puentes, además de otras infraestructuras como agua potable, obras de riego, etc. En general esta labor no fue desarrollada sólo por las instituciones netamente sectoriales sino también por aquellas responsables de cuencas como INRENA, CORDELICA, etc., tomando en cuenta la relevancia que tienen para numerosos sectores los problemas de desbordamiento de los ríos y las inundaciones.

#### **Mejoramiento de las infraestructuras viales**

También fueron realizadas numerosas obras para reforzar puentes ubicados en ríos donde se esperaban posibles impactos, así como limpieza de alcantarillas y cunetas. Se ejecutaron obras de prevención en 862 kms, para un entorno de acción de 16 departamentos del país, considerados como influenciados por el Fenómeno El Niño.

Las obras ejecutadas con anterioridad al inicio de las lluvias, partían del reconocimiento de que la infraestructura vial no estaba preparada para una situación como la que se preveía de lluvias torrenciales y caudales extraordinariamente altos de los ríos, activación de quebradas secas, torrenteras y cárcavas, flujos de lodo y derrumbes. El principio era permitir que las aguas corriesen sin que ocasionasen daños.

Las obras en las cunetas estaban orientadas a permitir y facilitar el flujo de las aguas evitando su empozamiento, la inundación de la vía y la erosión de la capa asfáltica o la carpeta afirmada.

Las obras de reforzamiento y protección de los puentes permitiría evitar el socavamiento de sus bases por las escorrentías que llevarían a su debilitamiento y colapso.

La ampliación de alcantarillas, la construcción de nuevas o su reemplazo por puentes, eran obras que permitirían discurrir sin mayor dificultad los flujos de agua o lodo en quebradas, torrenteras o riachuelos secos. De esta manera se evitaría la formación de embalses y la ruptura violenta con corte de las carreteras.

### **b) Acciones físicas durante la contingencia**

En esta fase las acciones tuvieron como objetivo solucionar las interrupciones de tránsito mediante una atención inme-

diata de la contingencia o abriendo trochas para dar paso en aquellos casos donde se consideraba que, debido a la dimensión del problema, la interrupción no era de solución inmediata. Estas actividades fueron realizadas directamente por el gobierno con el uso de maquinarias destinadas a resolver las contingencias en este y en otros sectores y participaron diversas instituciones como Agricultura, CTARs y Defensa Civil. Incluso fue necesario recurrir al transporte aéreo para garantizar las conexiones en ciertos tramos de la Carretera Panamericana.

### **c) Acciones físicas durante la reconstrucción**

Durante la primera fase de 6 meses comprendida entre junio-diciembre de 1998, denominada por el gobierno como “Etapa de rehabilitación mínima” los esfuerzos estuvieron dirigidos a lograr la transitabilidad de las carreteras, reparando de manera provisional los daños y dando soluciones temporales que garantizasen el flujo de vehículos. Durante este período se establecieron las pautas para realizar los estudios de base para diseñar las obras de reconstrucción definitiva de carreteras y de puentes. Cabe destacar que muchas de estas obras contingentes se vieron nuevamente afectadas por la influencia del evento frío La Niña que se produjo inmediatamente del episodio El Niño bajo estudio.

La Etapa de reconstrucción propiamente tal se refiere al período a partir de enero de 1999 y se proyecta a tres años. Se han definido prioridades, incluyendo un programa de emergencia por un monto de 99 millones de dólares, cuyo objetivo es la rehabilitación básica de carreteras afirmadas y sin afirmar (931 km), y asfaltadas (1.944 km), así como la construcción y/o reconstrucción de 12 puentes. Para ello se usarán los fondos del BID, pero se gestionan adicionalmente, a través del Ministerio de Economía y Finanzas, otros créditos del OECF, BIRF y también del BIF.

El costo del programa de reconstrucción definitiva se ha calculado en 438 millones de dólares, destinados a la rehabilitación y reconstrucción de carreteras afirmadas (1.889 km) y asfaltadas (2.703 km), así como a la construcción de 35 puentes.

Se tiene previsto para el año 1999, llevar a cabo estudios y obras por un monto de 87 millones de dólares, correspondiente al programa de emergencia, con la ejecución de estudios de ingeniería e inicio de obras definitivas, los que se encuentran en marcha.

Las obras de reconstrucción deben recoger toda la experiencia de las afectaciones ocurridas con los dos últimos fenómenos El Niño más recientes, de manera que las inversiones a realizar sean durables y den seguridad al funcionamiento del servicio, aún en condiciones de anormalidad climática. Esta visión preventiva no se tuvo después del fenómeno El Niño de 1982-83 cuando se hicieron obras de reconstrucción, ni cuando se repararon y mejoraron las carreteras entre 1994-95, con lo cual se perdió gran cantidad de recursos.

## **3.7 LECCIONES APRENDIDAS Y LINEAS DE POLITICA PARA REDUCIR LAS VULNERABILIDADES FISICAS DEL SECTOR TRANSPORTE EN PERU**

Siendo el sector transporte uno de los mas afectados tanto en magnitud como en extensión, una de las lecciones que han derivado del fenómeno 1997-98 es la importancia que éste tiene en la generación de daños indirectos para la mayoría de los sectores que se sirven de él. Los impactos negativos se sienten no sólo en el nivel nacional, sino también en el internacional, al limitar el libre flujo de bienes y personas que se trasladan por la vía Panamericana.

Relacionado con lo anterior, destacan las múltiples vulnerabilidades que presenta el sector y que requieren ser objeto de atención, así como la inadecuación de muchos de los diseños al comportamiento hidráulico que están teniendo la mayoría de los ríos costeros por efecto del Fenómeno El Niño. Ello ha valorizado la necesidad de enfocar la planificación de las vías con una visión integral de la cuenca, principalmente en lo que respecta a las escorrentías naturales, y de evaluar con ese mismo enfoque, la vialidad existente y las vulnerabilidades que derivan de su localización actual y de su relación con los flujos de agua naturales.

Destaca también entre los aprendizajes, la lección que ha dejado la primera fase de reconstrucción de las vías en la etapa post evento, a raíz de la afectación o destrucción casi total de vías que habían sido rehabilitadas con los mismos parámetros de diseño preexistentes, por efecto de las variaciones de precipitación presentados durante La Niña 1998-99, lo que ha reforzado la necesidad de priorizar las inversiones e introducir en la fase de reconstrucción la visión preventiva aún para la etapa de rehabilitación.

Dentro de este contexto, se ha planteado un conjunto de políticas tendiente a minimizar los daños en las carreteras, a la vez que evitar que éstas se conviertan en factores causantes de daños durante la contingencia de los fenómenos climáticos.

### **a) Políticas para mejorar el conocimiento climático**

■ Apoyar, desde el sector, el fortalecimiento de los sistemas de información climática y de difusión de dicha información hasta los usuarios. Establecer sistemas sectoriales de previsión hidrológica para el caso de transporte y vialidad, lo cual deberá dar respuesta organizada al sector desde el mediano plazo.

■ Mantener estrecha relación con el sector del conocimiento climático, a los fines de alimentar las necesidades de requerimientos que tiene el sector transporte y vialidad sobre este tipo de información y para planificar su acción preventiva en cuanto a mantenimiento, drenajes viales, diseño de las obras, etc. Como primeras acciones, actualizar los análisis de frecuencia de las precipitaciones, a los fines de utilizar esta información en las decisiones preventivas del futuro.

## b) Políticas para reducir la vulnerabilidad de las cuencas

- Apoyar las acciones de cuencas resumidas en el capítulo II de este mismo estudio.

- Participar en los planes de manejo de cuencas y en la definición de los mejores trazados viales que permitan, por una parte, reducir el impacto sobre la vialidad, y por la otra, garantizar que las vías no interfieran los drenajes naturales o que cuenten con obras adecuadas que permitan el flujo de las aguas de escorrentía que se producen bajo los eventos extremos.

## c) Políticas para el conocimiento y manejo de las amenazas

- Introducir de forma generalizada los análisis de vulnerabilidad y riesgos en la planificación del sector, con particular énfasis en los proyectos de rehabilitación y reconstrucción. Incorporar dentro de estos análisis la influencia de las infraestructuras viales en la generación de amenazas.

- Preparar planes de ordenamiento vial que tomen en cuenta los sitios vulnerables y las opciones de trazados convenientes para la vialidad.

## d) Políticas para facilitar respuestas del servicio frente a situaciones de contingencia

- Definir y establecer vías y medios alternos de comunicación entre lugares estratégicos del país, cuyas carreteras o ferrocarriles son vulnerables frente a eventos climáticos adversos.

- Reforzar los stocks de equipos y maquinarias que se utilizan para las reparaciones viales durante la contingencia, a los fines de garantizar la restitución de las vías en el corto plazo.

## e) Políticas para reducir las vulnerabilidades de las infraestructuras

- Revisar las normas de diseño hidráulico de obras civiles del sector utilizando la información proveniente de la actua-

lización de los análisis de frecuencia de la precipitación y de las crecidas.

- Fortalecer la política de mantenimiento correctivo y preventivo tanto de las vías como de los medios de transporte terrestre.

- Reforzar y/o replantear en las previsiones de rehabilitación y reconstrucción las obras de infraestructura que mostraron alta vulnerabilidad.

## 4. AGRICULTURA<sup>3</sup>

El Fenómeno El Niño, al igual que en la mayoría de los países de la región andina, produjo sus mayores impactos sobre la agricultura. La forma como fueron afectados los distintos territorios y renglones agropecuarios a nivel nacional, estuvo determinada por las características de las regiones naturales y por el desarrollo agrícola alcanzado en cada una de ellas dependiendo de las condiciones climáticas y de la presencia de otros factores para el desarrollo de este sector.

### 4.1 LA AGRICULTURA EN PERU

En general, la topografía accidentada y las condiciones climáticas diversas del Perú, han dado lugar a ámbitos geográficos o pisos ecológicos de potencialidad variada para la producción de alimentos: valles de la costa, valles interandinos, áreas de pastos naturales alto andinos hasta los bosques de la selva amazónica. En este contexto, las mayores afectaciones de El Niño 1997-98 se relacionaron con los excesos de precipitación que estuvieron presentes durante el episodio, teniendo repercusiones sobre la producción nacional.

El Perú dispone de 4,9 millones de hectáreas de tierras con aptitud para el cultivo en limpio; 2,9 millones para cultivos permanentes, 17,9 millones con aptitud pecuaria y 48,7 millones para uso forestal, cuya distribución en las tres regiones naturales que tipifican al país, se resume en el cuadro V.4.1-1.

**Cuadro V.4.1-1 Perú. Tierras por regiones según capacidad de uso mayor (hectáreas)**

Capacidad de Uso	Costa	Sierra	Selva	Total	%
Cultivo en limpio	1.140.000	1.341.000	2.421.000	4.902.000	3,81
Cultivo permanente	496.000	20.000	2.191.000	2.707.000	2,11
Pastos naturales	1.622.000	10.576.000	5.718.000	17.916.000	13,94
Forestales	172.000	2.092.000	2.092.000	48.696.000	37,89
Protección	10.207.000	25.169.000	18.924.560	54.300.560	42,25
TOTAL	13.637.000	39.198.000	75.686.560	128.521.560	100

Fuente: Clasificación de Tierras del Perú. Ex Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales

<sup>3</sup> La información fundamental de este aparte fue suministrada por el MINAG en su informe Fenómeno El Niño 1997-98, experiencia peruana. Junio 1998. También del documento preliminar de CORDELICA: Informe de acciones ejecutadas para contrarrestar los efectos del Fenómeno El Niño.